

# **HIRSIRAKENTEISEN TALON KUN- TOTUTKIMUS JA KORJAUSEHDO- TUKSET**

Antti Hynninen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015  
Rakennustekniikan koulu-  
tusohjelma  
Rakennussuunnittelu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennussuunnittelun koulutusohjelma

HYNNINEN, ANTTI: Hirsirakenteisen talon kuntotutkimus ja korjausehdotukset

Opinnäytetyö 61 sivua, joista liitteitä 42 sivua  
Toukokuu 2015

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus v. 1939 valmistuneeseen hirsirunkoiseen omakotitaloon. Talo sijaitsee Tampereella, Nekalan kaupunginosassa. Talo on ulkoasultaan alkuperäiskuntoinen.

Opinnäytetyö sisältää tutkimustapojen esittelyosion, sekä liite osiossa varsinaisen rakenne- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen ja korjausehdotukset. Kuntotutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksen rakenteiden kunto ja kosteustekninen toiminta. Tutkimuksen pohjalta saatiin korjausehdotuksille lähtötiedot ja opinnäytetyöhön sen soveltava ja rakenteellinen sisältö.

Tutkimuksessa käytettiin rakenteiden kunnon ja toiminnan selvittämiseksi ainetta rikovia menetelmiä, sekä monia mittalaitteita ja välineitä. Tuloksena saatiin selvitettyä rakennuksen tämänhetkinen kunto. Tämän opinnäytetyön myötä tilaaja sai käyttöönsä rakenne- ja kosteusteknisen raportin ja toimenpidesuosituksen, sekä kellarin maanvastaisen seinien korjaussuunnitelmat. Tilaaja halusi tarjota minulle lasillisen hyvää Skottilaista hyvin suoritetusta työstä.

---

Asiasanat: kuntotutkimus, rakennetekninen, kosteustekninen, hirsitalo

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme of Civil Engineer  
Option of Construction Designing

HYNNINEN, ANTTI: Structural condition survey and restoration suggestions for a log house

Bachelor's thesis 61 pages, appendices 42 pages  
May 2015

---

The purpose of this thesis is to make a survey regarding the structural and moisture performance condition of a log house built in 1939. The house is situated in city of Tampere, in Nekala town district. The house is in its original condition.

The thesis comprises an introductory part of research methods and an appendix part of actual structural and moisture performance condition survey, as well as suggestions for restoration. The condition survey part examines standard research methods used in condition surveys of small houses. The aim of the survey was to determine the structural condition and moisture performance of the house. The condition survey provided a baseline for restoration suggestions, as well as the structural organisation and applied contents for this thesis.

Destructive material tests and various measuring devices and equipment were used in order to find out the condition of the structures and their functional performance. The survey revealed the current condition of the house. Based on this thesis, the client was given the structural and moisture performance report with related restoration suggestions, including repair plans for walls in direct ground contact. The report was well approved by the client and rewarded with a glass of refined, well-aged Scotch for a job well done.

---

Key words: condition survey, structural performance, moisture performance, log house

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	KOHTEEN KUVAUS.....	6
3	RAKENNE- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS.....	7
3.1	Yleistä.....	7
3.2	Tutkimusmenetelmät.....	7
3.2.1	Aistinvarainen tarkastus.....	7
3.2.1	Betonin karbonatisoitumissyvyyden mittaaminen.....	9
3.2.1	Betonin kloridipitoisuuden määrittäminen.....	9
3.2.1	Betonin mikrorakennetutkimus .....	9
3.2.1	Raudoitteiden peitepaksuuksien kartoittaminen.....	9
3.2.2	Kosteusmittaukset.....	10
3.2.3	Olosuhdemittaukset .....	12
3.2.4	Ilmanvaihdon mittaukset.....	12
3.2.5	Mikrobianalyysit.....	13
3.2.6	Haitta-aine määritykset .....	13
4	KORJAUSEHDOTUKSET .....	14
4.1	Yleistä.....	14
4.2	Piha-alueet .....	14
4.3	Alapohja .....	14
4.4	Ulkoseinät, väliseinät ja maanvastaiset seinärakenteet.....	14
4.5	Välipohja .....	15
4.6	Yläpohja ja vesikattorakenteet.....	15
4.7	Sisäilma .....	15
5	POHDINTA .....	17
	LÄHTEET .....	18
	LIITTEET.....	19
	Liite 1. Tutkimusselostus.....	19
	Liite 2. Kellarin maanvastaisen seinän korjaus.....	19
	Liite 3. Perusmuurin veden- ja lämmöneristys ja salaoja.....	19

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tehtävänä oli kuntotutkimuksen tekeminen vuonna 1939 valmistuneeseen hirsirunkoiseen omakotitaloon. Työhön liittyi kuntotutkimuksesta saatujen tietojen perusteella korjausehdotuksien laatiminen. Ajatus opinnäytetyöhön tuli ystävän tarpeesta teettää omaan omakotitaloonsa kuntoarvio. Lisäksi heillä oli tarve ottaa asuinkäyttöön kellarin tilat. Tutkimushetkellä kellaritilat toimivat lähinnä työ- ja varastotiloina.

Opinnäytetyö sisältää rakenne- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen ja sen pohjalta laaditut toimenpidesuositukset, ja kellarin osalla myös maanvastaisten seinien korjaussuunnitelmat.

Tutkimuskohde on Tampereen Nekalassa sijaitseva 1½-kerroksinen omakotitalo. Rakennuksen asuintilat sijaitsevat ensimmäisessä kerroksessa. Kellarissa on sauna- ja pesutilojen lisäksi varasto- ja työtilaa. Kylmä ullakkotila toimii varastona. Rakennus sijaitsee loivasti idän suuntaan viettävällä 600 m<sup>2</sup> tontilla. Rakennukseen on tehty sisäpuolen peruskorjaus 1970-luvulla, jolloin on mm. asennettu ulkoseinille sisäpuolinen lisälämmöneristys. Rakennus on päällisin puolin lähes alkuperäiskuntoinen.

## 2 KOHTEEN KUVAUS

Tutkimuskohde on valmistunut 1939 ja sen kerrosala on 74 m<sup>2</sup>. Talo on hirsirakenteinen, 1½-kerroksinen kellarillinen omakotitalo. Rakennuksen ulkoseinät on lautaverhoiltu ja se on ulkoasultaan lähes alkuperäiskuntoinen. Rakennus on perustettu paikalla valetun teräsbetonisen perusmuurin varaan. Alapohja on maanvarainen betonilaatta ja välipohja puurakenteinen.



**Kuva 1.** Tutkimuskohde kuvattuna Erätien puolelta.

Talon vesikatteena toimii aluskatteeton rivipeltikate. Talossa on painovoimainen ilmanvaihto ja siinä on suora sähkölämmitys. Talossa on kaksi toimivaa uunia sekä puuhella.

Taloon on tehty sisäpuolen peruskorjaus 1970-luvulla, jossa ulkoseinille on asennettu lisälämmöneristys. Lisäksi taloon on tehty muita korjaustoimenpiteitä, mm. pintamateriaaleja on uusittu.

### **3 RAKENNE- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS**

#### **3.1 Yleistä**

Kuntotutkimukset ovat rakennuksen kuntoarvioita täydentäviä ja tarkentavia menetelmiä, joiden avulla selvitetään eri rakennusosien ja vaurioiden korjaustarpeet ja mahdollisuudet. Tutkimusten tarkoituksena on tuottaa korjaussuunnitelmien laatimisen lähtötietoja. (Ympäristöministeriö 2007)

Kuntotutkimusraportin tehtävänä on kertoa rakennuksen kunto riittävän tarkasti. Se muodostaa lähtökohdan korjausehdotuksille ja toimii myös tämän opinnäytetyön pohjana. Tämän opinnäytetyön liitteenä oleva kuntotutkimusraportti laadittiin kevään ja kesän 2014 aikana.

Kuntotutkimusraportissa esitellään havaintojen, tutkimustulosten ja johtopäätösten lisäksi toimenpide-ehdotukset. Raportti etenee rakennusosittain.

#### **3.2 Tutkimusmenetelmät**

Seuraavissa kappaleissa esitellään rakenne- ja kosteusteknisessä tutkimuksessa käytettyjä tutkimusmenetelmiä.

##### **3.2.1 Aistinvarainen tarkastus**

Aistinvarainen havainnointi on kuntotutkimuksen tärkeimpiä vaiheita. Haistamalla voidaan arvioida ja paikallistaa mahdollisia ongelma-alueita. Puhtaasti katselemalla tutkittavaa kohdetta eri puolilta varmennetaan lähtötietojen paikkansa pitävyyttä tai havaitaan niissä olevia oleellisia puutteita. (RIL 255-1-2014, s. 379)

Aistinvaraisen havainnoin avulla kartoitetaan myös tutkimuksen lähtötilannetta. Tutkijan tekemät havainnot täydentävät ja selkeyttävät alustavia tietoja rakenteiden kunnosta ja eri vauriomekanismien esiintymisestä. Aistinvaraisen katselmuksen aikana voidaan myös suunnitella tai tarkentaa alustavia suunnitelmia otantana tehtävien mittausten ja muiden tarkentavien tutkimusten kohdentamisesta. (RIL 255-1-2014, s. 379)





**Kuva 2.** Aistinvarainen havainto ikkunan pellityksestä. Pellityksen vedenohjauksessa havaittujen puutteiden johdosta voidaan havaintokohtaan kohdentaa tarkentavia tutkimuksia.

Betonirakenteiden aistinvaraisessa tutkimuksessa voidaan käyttää apuna raskasta vasaaraa eli moskaa, jolla koputtelemalla voidaan selvittää esim. pakkasrapautuneita kohtia rakenteessa. Aistinvaraisessa tutkimuksessa havainnoidaan rakenteessa olevia poikkeamia, kuten mahdolliset halkeamat ja niiden sijainnit tai vaikkapa rakenteesta valuva kalkkihärmä. Aistinvaraisen tutkimuksen lisäksi voidaan käyttää erilaisia laboratorio-tutkimuksia. Tässä tutkimuksessa betonirakenteita arvioitiin ainoastaan silmämääräisesti sekä kosteusmittauksin.

Puurakenteiden aistinvaraisen tutkimuksen yksi tärkeimmistä apuvälineistä on puukko. Puukon terävällä kärjellä voidaan havaita puussa olevia vaurioita. Lisäksi puun kuntoa voidaan arvioida poraamalla, jolloin arvioidaan porausvastusta ja porauksesta syntyvää lastua/puraa. Varsinkin kantavat puurakenteet ovat usein peitossa, jolloin rakenteiden kunnon määrittämiseksi tarvitaan rakenneavauksia. Vuoratuissa hirsirunkoisissa rakennuksissa kannattaa ennen rakenneavauksia havainnoida mm. mahdollisia kosteuden aiheuttamia vaurioita ja rungon suoruutta, vääntymistä ja pullistelua. Havaintojen perusteella voidaan rakenneavaukset kohdentaa tarkemmin. Tyypillisiä rakenneavauspaikkoja ovat liittymien ja läpivientien kohdat.



Kosteusteknisessä kuntotutkimuksessa aistinvaraisten menetelmien yleisin apuväline on pintakosteudenilmaisin. Sillä kartoitetaan tutkittavat rakenteet, ja voidaan arvioida rakennekosteusmittausten tarvetta ja paikkoja. Aistinvaraisen tutkimuksen apuna voidaan käyttää esimerkiksi merkkisavua, jonka avulla voidaan havainnoida ilmavirtauksia.

### **3.2.1 Betonin karbonatisoitumissyvyyden mittaaminen**

Betonin karbonatisoitumissyvyyttä mittaamalla pyritään määrittämään miten syvälle betoni on neutraloitunut eli menettänyt raudoitteita korroosiolta suojaavan ominaisuutensa. (by 4, betonijulkisivun kuntotutkimus 2002, s. 92)

Mittaus suoritetaan yleensä rakenteesta poratun poralieriön pinnalta sivelemällä tai suihkuttamalla siihen indikaattoriliuosta. Karbonatisoitumaton betoni värjäytyy punaiseksi, mutta karbonisoituneessa betonissa värjäytymää ei tapahdu.

### **3.2.1 Betonin kloridipitoisuuden määrittäminen**

Betonissa olevat kloridit voivat jo hyvin pieninä pitoisuuksina aiheuttaa raudoitteiden korroosiota alkalisessakin betonissa. Betonin kloridipitoisuus mitataan jauhenäytteestä, joka otetaan poraamalla poraasaralla reikä betoniin ja keräämällä syntynyt jauhe talteen. Kloridipitoisuus määritetään laboratoriossa titraamalla. (by 4, betonijulkisivun kuntotutkimus 2002, s. 96-97)

### **3.2.1 Betonin mikrorakennetutkimus**

Betonin rapautumisen tutkimisen perusmenetelmä on betonin mikrorakennetutkimus, jossa betonin rapautumistilanne todetaan mikroskoopilla tarkastelemalla. Betonin mikrorakennetutkimus suoritetaan laboratoriossa yleensä ohut- tai pintahieestä. Hienäytteen mikroskooppitarkastelussa saadaan tarvittaessa hyvin yksityiskohtaista tietoa betonin laadusta ja kunnosta. (by 4, betonijulkisivun kuntotutkimus 2002, s. 101)

### **3.2.1 Raudoitteiden peitepaksuuksien kartoittaminen**

Raudoitteiden peitepaksuuksia kartoittamalla pyritään määrittämään kuinka suuri osuus raudoitteista on riskialttiilla vyöhykkeellä karbonatisoitumisesta johtuvan korroosion suhteen. Tämän perusteella pyritään arvioimaan, kuinka paljon korroosiovaurioita on odotettavissa tulevaisuudessa Raudoitteiden peitepaksuuksia voidaan mitata ainetta rikkomattomasti peitepaksuusmittarilla, jonka toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon (by 4, betonijulkisivun kuntotutkimus 2002, s. 94)

### 3.2.2 Kosteusmittaukset

Rakenteen kosteuspitoisuudesta saatava tieto on tärkeää mm. rakenteen rasitusolosuhteiden, mahdollisen vaurioitumisriskin, vaurion laajuuden ja vaurioitumisasteen selvittämisessä. Tärkeimmät vaurioitumissuureet eivät riipu materiaalin sisältämästä absoluuttisesta kosteudesta, vaan suhteellisesta kosteudesta, joka mitataan tyypillisesti rakenteen/materiaalin sisältämästä huokosilmasta. (RIL 255-1-2014, s. 381)

Puun kosteuden mittaaminen tapahtuu yleisemmin piikkimittausmenetelmällä. Menetelmässä puun sisään työnnetään metallipiikit, joiden välistä sähkönjohtavuutta mitataan (kuva 3). Kosteuspitoisuuden kasvaessa puun sähkönjohtavuus kasvaa.



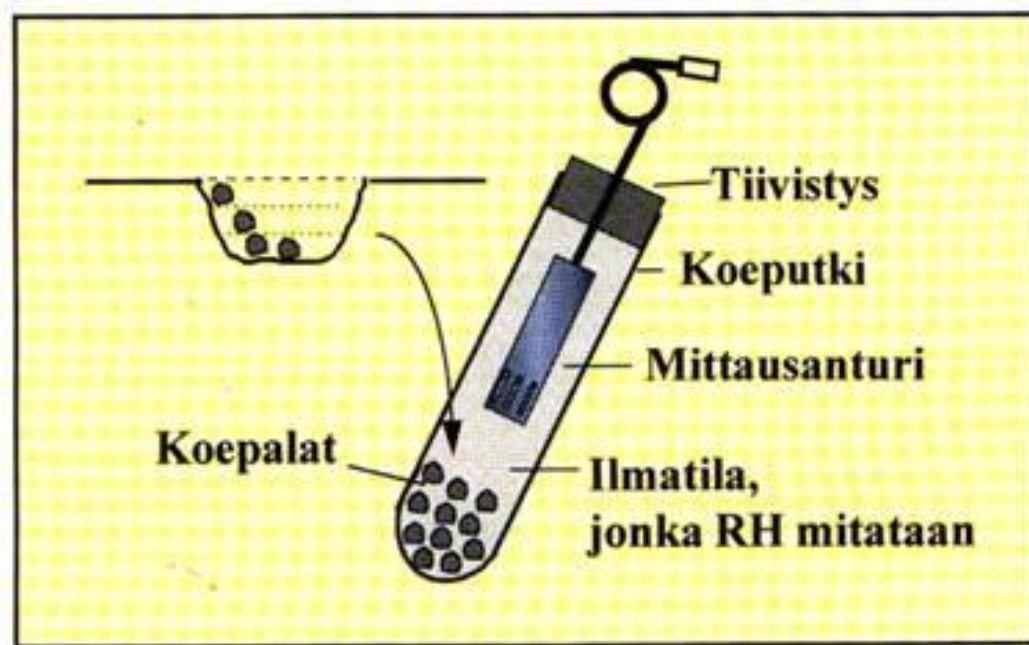
**Kuva 3.** Kuvassa puun kosteutta mitataan piikkijunta-anturilla. Laitteen eristetyillä piikeillä saadaan puun kosteuspitoisuus mitattuna puusta eri syvyyksiltä.

Betonin huokosilman kosteutta voidaan mitata mm. näytepala- ja porareikämittauksena sekä lattiapäällysteen alta viiltomittauksena. Porareikämittauksessa betoniin porataan reikä halutulle syvyydelle. Reikä puhdistetaan, tiivistetään ja jätetään tasaantumaan. Tasaantumisen aikana reiässä olevan ilman suhteellinen kosteus asettuu ympäröivän betonirakenteen huokosilman suhteelliseen kosteuteen. Mittaus tapahtuu putkeen asennettavan mittapään ja lukulaitteen avulla.

Näytepalamittauksessa betonin suhteellinen kosteus mitataan koeputkeen halutulta syvyydeltä piikattavista näytepaloista. Koeputkeen asennetaan mittapää, ja jätetään tasaan-



tumaan (kuva 4). Koeputken ilmatila asettuu betonin huokosilman suhteelliseen kosteuteen, ja tasaantumisen jälkeen mittapäähän kytketyllä lukulaitteella voidaan lukea betonin suhteellinen kosteus halutulta syvyydeltä.



**Kuva 4.** Suhteellisen kosteuden mittaaminen näytepaloista (Kosteusmittauksista yleensä moniste, Vahnen Oy).

Viiltokosteusmittauksella mitataan lattiapäällysteen ja sen alla olevan rakenteen rajapinnan suhteellista kosteutta. Mittaus tehdään tyypillisimmin muovimaton, linoleumimaton tai vastaavan ohuen ja tiiviin lattiapäällysteen alle, tekemällä lattiapäällysteeseen muutaman senttimetrin (noin 5-7 cm) pituinen viilto, avaamalla/kohottamalla lattiapäällystettä jonkin verran ylös viillon kohdalta ja työntämällä suhteellisen kosteuden mittapää lattiapäällysteen alle. Mittauspisteen vierestä voidaan mitata tarvittaessa myös sisäilman olosuhteet erillisellä mittapäällä (kuva 5).

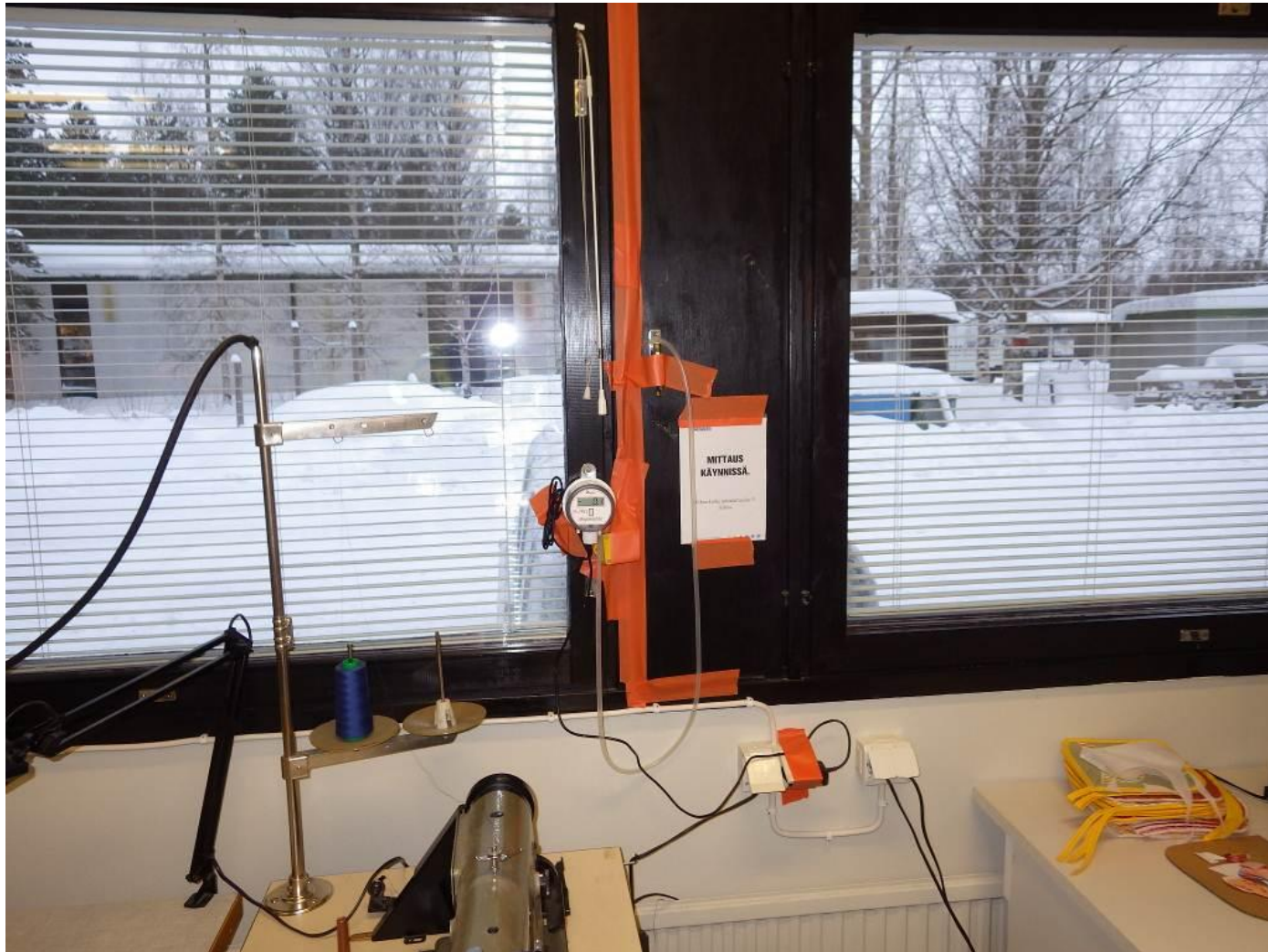


**Kuva 5.** Lattiapäällysteen alapuolisen suhteellisen kosteuden mittaaminen viiltomittauksena. Kuvassa mitataan samalla myös sisäilman olosuhteet.



### 3.2.3 Olosuhdemittaukset

Tutkittavan rakennuksen olosuhdemittauksilla tarkoitetaan esimerkiksi lämpötilan, kosteuden, hiilidioksidipitoisuuden tai paine-erojen mittauksia. Paine-eroja mitataan tyypillisesti sisä- ja ulkoilman tai eri tilojen välillä (kuva 6). Mittaukset voidaan tehdä joko hetkittäisinä mittauksina tai ns. seurantamittauksena. Seurantamittauksessa mittausjakson pituus voi olla vaikkapa kaksi viikkoa, ja mittausväli 5 minuuttia. Olosuhdemittauksilla voidaan selvittää esimerkiksi ilmanvaihdon riittävyyttä.



**Kuva 6.** Kuvassa paine-eron mittaus ulkoilman ja sisäilman välillä.

### 3.2.4 Ilmanvaihdon mittaukset

Paine-eromittausten rinnalla on tarpeellista mitata rakennuksen ilmanvaihdon kokonaisilmavirrat ja verrata mittaustuloksia rakennuksen suunniteltuihin ilmanvaihdon arvoihin. Ilmamääriä voidaan mitata esimerkiksi suoraan runkokanavista tai ilmanvaihdon päätelaitteista. Kuvassa 7 tuloilmamäärää mitataan Swema huppumittarilla.



**Kuva 7.** Ilmamäärän mittaus päätelaitteesta.

### 3.2.5 Mikrobianalyysit

Mikrobeja ja niiden itiöitä on kaikkialla, sillä ne ovat osa normaalia elinympäristöä. Mahdollista terveyshaittaa aiheuttava mikrobialtistus johtuu siitä, että mikrobeja on alkanut kasvaa jossakin osassa rakennusta. Mikrobit tarvitsevat kasvaakseen kosteutta, lämpöä ja ravinteita. (Ympäristöopas 28, Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus, s.65)

Rakenteiden ja materiaalien mikrobiologisen kunnon arviointi perustuu nykyään pääosin materiaali- ja pintanäytteiden analysointiin viljelymenetelmää käyttäen. Viljelymenetelmän huonoja puolia on sen vaatima noin 2 viikon aika ennen tulosten saamista. Toisaalta menetelmä on vakioitu ja tulosten tulkintaan on olemassa viranomaisen asettamat viitearvot. (255-1-2015, s.382)

### 3.2.6 Haitta-aine määritykset

Vanhat rakennusmateriaalit voivat sisältää nykyään haitalliseksi tiedettyjä aineita, kuten asbesti, PCB, PAH tai erilaiset raskasmetallit, joiden olemassaoloa ei voida selvittää kuin näytteestä tehtävän määrityksen avulla. Usein haitta-aineiden todennäköisyys on pääteltävissä jo rakennusmateriaalin ja sen iän tunnistamisen perusteella. Haitta-ainemäärityksiä käytetään korjaustarpeen tai korjauslaajuuden määrittämiseksi sekä työhön liittyvien erityismenetelmien ja suojausvaatimusten huomioon ottamiseksi. Haitta-ainemääritys voi olla myös osa ennakoivaa kiinteistönpitoa. (255-1-2015, s.382)

## **4 KORJAUSEHDOTUKSET**

### **4.1 Yleistä**

Tässä opinnäytetyössä esitetään kellarin maanvastaisten seinien korjauksesta tehdyt suunnitelmat. Muiden tilojen ja rakennusosien osalla kerrotaan lyhyesti tutkimusselostuksen perusteella tehdyt suositeltavat toimenpiteet ja korjausmenetelmät.

### **4.2 Piha-alueet**

Rakennuksen kahdella nurkalla olevat sadevesien ohjauskourut tulee korvata rännikaivolla ja sadevesiviemärillä, jolla ohjataan sadevedet läheiseen ojaan. Maanpintaa rakennuksen vierellä tulee muotoilla niin, että se kallistuu rakennuksesta pois päin.

Salaoja korjauksen ja perusmuurin eristystyön yhteydessä tulee maanpinnan korko huomioida niin, että ikkunan ja maanpinnan väliin jäisi vähintään suositeltava 300 mm.

### **4.3 Alapohja**

A) Mikäli tilat otetaan jatkuvampaan asuinkäyttöön, suosittelen alapohjarakenteen uusimista kokonaisuudessaan. Alapohjan uusimisen yhteydessä tulee huomioida uuden kapillaarikatkokerroksen entistä huomattavasti parempi ilmanläpäisevyys, jolloin alapohjaliittymien ja läpivientien tiiviyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

B) Mikäli tilojen käyttö on edelleen satunnaista, voidaan betonilaatta maalata hyvin vesihöyryä läpäisevällä maalilla tai asentaa uudeksi lattiapäällysteeksi keraaminen laatoitus.

### **4.4 Ulkoseinät, väliseinät ja maanvastaiset seinärakenteet**

Ulkoseinien läpivientien tiivistäminen. Lisäksi ulkoseinien alaosien hirsissä olevien vaurioiden korjaukset, ja ulkovuorilaudoituksen maalaaminen.

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suosittelen uusimaan ulkovuorilaudoituksen ja parantamaan seinän lämmöneristystä. Samassa yhteydessä suosittelen uusimaan rakennuksen ikkunat ja ovet.

### **Kellarin maanvastainen seinärakenne**

Tilojen käyttötarkoituksen muuttuessa, suosittelen maanvastaisten seinien korjaamista liitteenä (liite 2) olevan suunnitelman mukaan. Korjaukseen sisältyy seuraavat työvaiheet:

- seinärakenteet puretaan bitumoituun betonipintaan saakka
- bitumisivelynäytteen perusteella sivelyn purku toteutetaan joko tavallisena rakennuspurkutytönä tai haitta-ainepurkuna
- rakenneliittymien tiivistäminen
- sisäpuolinen harkkomuuraus
- tasoitus ja maalaus

Lisäksi suosittelen korjaamaan maanvastaisen seinän veden- ja lämmöneristystä sekä salaojitusta liitteenä (liite 3) olevan suunnitelman mukaan.

### **4.5 Välipohja**

Seuraavan kerran, kun välipohjan päällystemateriaaleja uusitaan, suosittelen parantamaan välipohjan ilmatiiviyttä ulkoseinien kohdalla erillisen suunnitelman mukaan.

### **4.6 Yläpohja ja vesikattorakenteet**

Suosittelen katon huoltomaalausta ja samassa yhteydessä vuotavan läpiviennin tiivistämistä sekä piipunhatun asentamista. Suosittelen myös vaurioituneiden aluslautojen paikallisia korjauksia. Lisäksi suosittelen uusimaan lapetikkaat.

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suosittelen uusimaan vesikaton aluskatteelliseksi peltikatteeksi. Vesikaton korjauksen yhteydessä olisi suositeltavaa myös parantaa yläpohjan lämmöneristävyyttä.

### **4.7 Sisäilma**

Suosittelen lisäämään tiloihin hallitut korvausilmareitit. Korvausilmareitti voidaan järjestää esimerkiksi asentamalla ulkoseinään tai ikkunakarmin korvausilmaventtiili. Ulkoseinäventtiili voi olla lämpötilan mukaan säätävä.



Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suosittelen asentamaan rakennukseen erillisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän lämmön talteenottojärjestelmällä erillisen suunnitelman mukaisesti.

## 5 POHDINTA

Kuntotutkimuksella pystyttiin selvittämään rakennuksen kunto. Lisäksi tutkimuksen perusteella saatiin tehtyä toimenpidesuosituksia, jotka auttavat rakennuksen omistajaa huolehtimaan rakennuksesta. Mielestäni tutkimus oli riittävän kattava, jolloin tuloksena saadut toimenpidesuosituksia ovat luotettavia.

Kellarin käyttötarkoituksen muutos oli yksi tärkeimmistä lähtökohdista tutkimukselle. Tehtyjen tutkimusten avulla saatiin tietoa, jota voitiin hyödyntää kellarin maanvastaisen seinän korjaussuunnittelussa.

Rakennukseen 1970-luvulla asennettu sisäpuolinen lämmöneristys ei rakennusfysikaalisessa mielessä ole toimivin ratkaisu. Sisäpuolinen lämmöneristys laskee seinärakenteen ulkopuolen lämpötilaa, jolloin rakenteen kuivuminen heikkenee. Tutkimusten mukaan seinän hirsirungossa oli havaittavissa vaurioita, varsinkin liittymien ja alimpien hirsien kohdilla. Sisäpuolisen lämmöneristyksen vaikutus hirsirungon kuntoon oli tutkimuksen mukaan vähäisempi kuin ennen tutkimusta oletin.

Projektista jäi lopulta hieno fiilis, tuloksia saatiin, ja raportista ja suunnitelmista on varmasti hyötyä tilaajalle. Projektin venyminen johtui allekirjoittaneen murheista kotirintamalla, mutta nyt murheet ovat takanapäin ja tästä on hyvä jatkaa kuntotutkimusten ja suunnittelun parissa.

## LÄHTEET

RIL 255-1-2014 Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL

Vahanen Oy. 1998. Vahanen Oy:n sisäinen ohjeistus. Kosteuden mittaaminen 24.4.1998

Ympäristöopas 28, Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Ympäristöministeriö, Helsinki 1997

## LIITTEET

Liite 1. Tutkimusselostus

Liite 2. Kellarin maanvastaisen seinän korjaus

Liite 3. Perusmuurin veden- ja lämmöneristys ja salaoja



TALO KYLKILAHTI

RAKENNE- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

12.4.2015



## Sisällys

1	Yleistiedot.....	3
1.1	Kohde.....	3
1.2	Tilaaja.....	3
1.3	Tehtävä .....	3
1.4	Tutkimusajankohta.....	3
1.5	Tutkimuksen tekijät.....	3
2	Tiivistelmä.....	4
3	Kohteen kuvaus.....	5
4	Lähtötiedot.....	7
5	Tutkimusmenetelmät .....	8
6	Piha-alueet .....	12
6.1	Havainnot .....	12
6.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	13
7	Alapohja .....	14
7.1	Rakenne .....	14
7.2	Havainnot .....	14
7.3	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	19
8	Ulkoseinät, väliseinät ja maanvastaiset seinärakenteet .....	21
8.1	Rakenne .....	21
8.2	Havainnot .....	22
8.3	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	29
9	Välipohja.....	32
9.1	Rakenteet.....	32
9.2	Havainnot .....	32
9.3	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	33
10	Yläpohja ja vesikattorakenteet .....	34
10.1	Rakenne .....	34
10.2	Havainnot .....	34
10.3	Johtopäätökset.....	36
10.4	Toimenpidesuosituksset .....	37
11	Sisäilma.....	38
11.1	Ilmanvaihto.....	38
11.2	Sisäilman lämpötila ja kosteus .....	38
11.3	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	39
12	Yhteenveto tärkeimmistä suositelluista toimenpiteistä .....	41
12.1	Peruskorjaustoimenpiteet.....	41



# 1 Yleistiedot

## 1.1 Kohde

Okt Kylkilahti

Erätie 33

33800 Tampere

## 1.2 Tilaaja

Hannu Kylkilahti

Erätie 33

33800 Tampere

## 1.3 Tehtävä

Tutkimuksen tavoitteena oli määrittää aistivaraisten menetelmien, mittauksien ja rakenneavausten avulla rakenteiden kunto, kosteustekninen toiminta sekä tekijät, jotka heikentävät tavanomaista enemmän sisäilman laatua. Tutkimuksen perusteella esitetään tarvittaessa toimenpidesuositukset sisäilman laadun parantamiseksi.

## 1.4 Tutkimusajankohta

Kohteen kenttätutkimukset tehtiin 17.4.-20.4.2014.

## 1.5 Tutkimuksen tekijät

Antti Hynninen

[antti.hynninen@eng.tamk.fi](mailto:antti.hynninen@eng.tamk.fi)

p. 050 572 5927

## 2 Tiivistelmä

Talo Kylkilahti on valmistunut Tampereen Nekalaan vuonna 1939. Rakennus on hirsirunkoinen, lautaverhoiltu kellarillinen omakotitalo, jonka kerrosala on 74 m<sup>2</sup>. Rakennus sijaitsee loivasti idän suuntaan viettävällä 600 m<sup>2</sup> tontilla. Rakennukseen on tehty sisäpuolen peruskorjaus 1970-luvulla, jossa asuinkerroksen ulkoseinät on eristetty ja levytetty sisäpuolelta.. Lisäksi rakennukseen on tehty muita korjaustoimenpiteitä, mm. sokkelin pinta on slammattu ja kellarin sisäpuolen seinät on eristetty ja levytetty.

Rakenne- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen tavoitteena oli määrittää rakenteiden kunto, kosteustekninen toiminta ja tekijät, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Tutkimuksen perusteella esitettiin korjaus- ja huoltotoimenpiteet. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli selvittää mahdollisuudet kellaritilojen käyttötarkoituksen muutokselle.

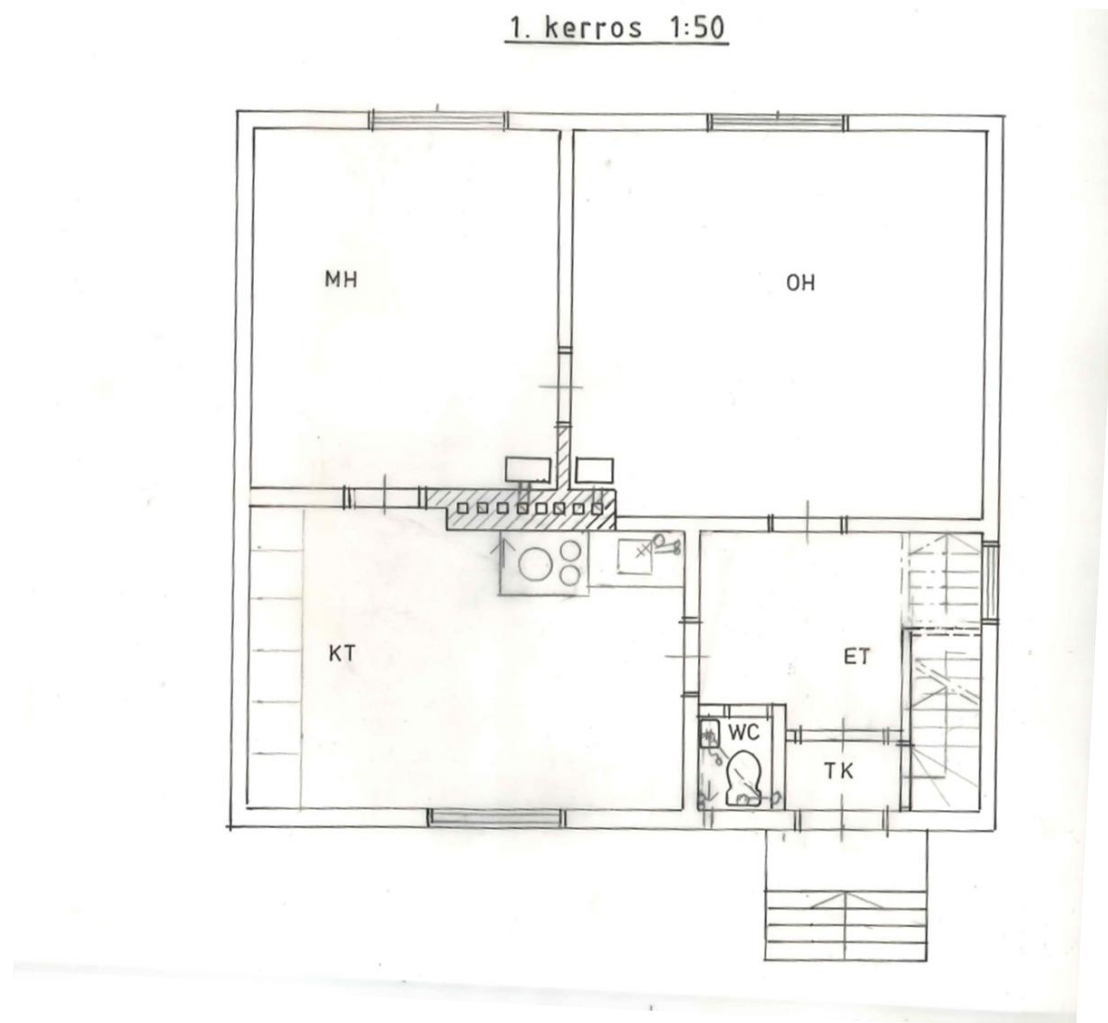
Tutkimuksessa havaittiin ulkovuorilaudoituksen olevan huoltomaalauksen tarpeessa. Laudoituksen alaosissa havaittiin paikoin halkeamia. Sisäänkäynnin molemmin puolin koillissivulla sekä rakennuksen kaakkoissivun alimmainen hirsikerta havaittiin olevan pintaosaltaan pehmennyt. Havaitut puutteet tulee korjata viimeistään ulkovuorilaudoituksen uusimisen yhteydessä. Ikkunat havaittiin alkuperäisiksi ja huoltokorjauksen tarpeessa, jossa ikkunoiden hilseilevät puupinnat maalataan ja tiivistys uusitaan.

Alkuperäisessä vesikaton pinnoitteessa havaittiin puutteita. Maali oli hilseillyt monin paikoin, jolloin sen pintaa suojaava vaikutus oli hävinnyt. Katon läpiviennissä ja saumoissa havaittiin puutteita. Lisäksi katon jalkakourut olivat roskaisia. Suosittelen vesikaton huoltomaalausta ja korjaamaan läpiviennin vuotokohdan.

### 3 Kohteen kuvaus

Tutkimuskohde on Tampereen Nekalassa sijaitseva omakotitalo. Rakennuksen tilat ovat kolmessa kerroksessa. Käyttötilat sijaitsevat pääosin rakennuksen 1. kerroksessa (kuva 1). Yläkerrassa on vinttitilat, jotka toimivat osittain varastotilana. Kellaritilat sijaitsevat koko rakennuksen alalla. Kellaritiloissa sijaitsevat varasto- ja verstastilojen lisäksi sauna ja pesutilat.

Talo Kylkilahti on valmistunut Tampereen Nekalaan vuonna 1939. Rakennus on hirsirunkoinen, lautaverhoiltu kellarillinen omakotitalo, jonka kerrosala on 74 m<sup>2</sup>. Rakennus sijaitsee loivasti idän suuntaan viettävällä 600 m<sup>2</sup> tontilla. Rakennukseen on tehty sisäpuolen peruskorjaus 1970-luvulla. Lisäksi rakennukseen on tehty muita korjaustoimenpiteitä, mm. sokkelin pinta on slammattu ja kellarin sisäpuolen seinät on eristetty ja levytetty.

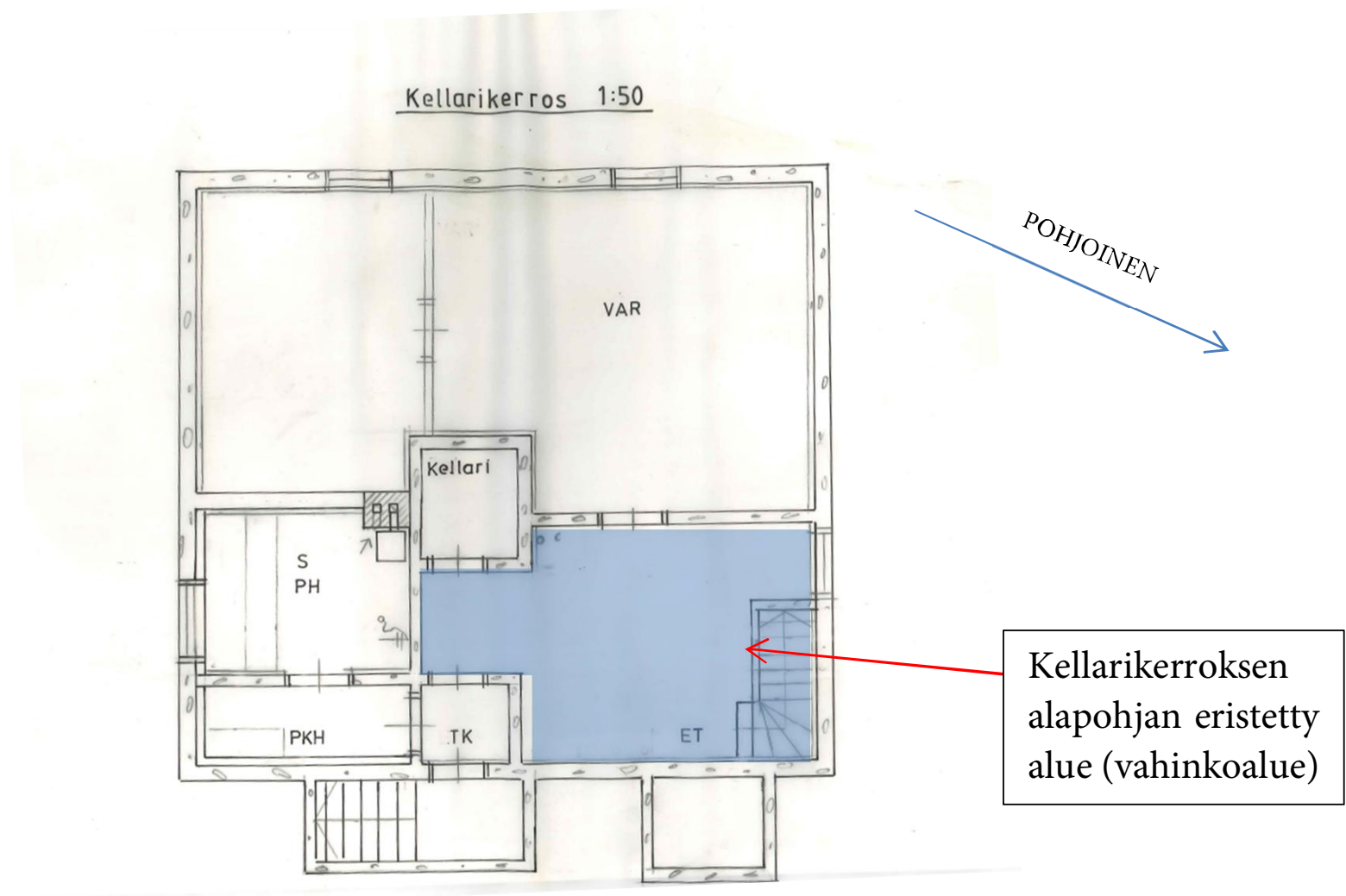


*Kuva 1. Ensimmäisen kerroksen tilat.*

Rakennuksen käyttäjiltä saatujen tietojen mukaan rakennuksen käyttöveden talojohdossa on ollut vuoto, jonka seurauksena kellaritiloihin on tullut vettä. Vahinkoalue on merkitty liitteenä olevaan pohjakuvaan (liite xx).

Rakennuksen perustukset ovat betonia. Kellarikerroksen alapohja on maanvarainen betonilaatta, joka on osittain eristetty (kuva 2). Ulkoseinät ovat lautavuorattuja hirsi-rakenteita. Peruskorjauksen yhteydessä ulkoseinät on lisälämmöneristetty sisäpuolelta. Rakennuksen ikkunat ovat 2-lasisia maalattuja puuikkunoita. Väli- ja yläpohjat ovat puurakenteisia. Katto on puurakenteinen harjakatto, jossa katteena on rivipeltikate.

Rakennuksen ilmanvaihto toimii painovoimaisesti.



*Kuva 2. Kellarin maanvastaisen alapohjan eristetty alue.*

## 4 Lähtötiedot

Tutkimusta tehtäessä käytettävissä oli seuraavat asiakirjat ja piirustukset:

- ARK-piirustuksia vuodelta 1935
- LVI-piirustuksia vuodelta 1996
- Munters vahinkoraportti vuodelta 2010
- VVT tutkimusraportti 2011

Lisäksi lähtötietoina on käytetty rakennuksen käyttäjien haastatteluja tehdyistä korjauksista, käyttöveden talojohdon vuodosta ja rakennuksen tilojen käytöstä.

### Huolto- ja korjaustoimenpiteet

Rakennuksen käyttäjiltä saadun tiedon mukaan rakennuksessa on tehty seuraavat korjaus- ja huoltotoimenpiteet

- Sisäpuolen remontteja 1970-luvulla
  - kellarikerroksen perusmuurin eristys ja sisäpuolen pintarakenteiden uusiminen
  - asuinkerroksen lisälämmöneristäminen sisäpuolelta
  - keittiö
  - latta- ja seinäpintojen uusimista
- Perusmuurin ulkopuolen slammaus, tippapellin asennus
- Vesi- ja viemäri 1990-luvulla
- Muita huoltotoimenpiteitä, mm. huoltomaalaus

## 5 Tutkimusmenetelmät

Aistinvarainen tarkastus tehtiin kaikissa tiloissa. Aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä käytettiin pintakosteusilmaisinta Gann Hydromette LB70 – mittapää ja UNI 1 - lukulaiteyhdistelmää (asteikko: 0-180). Pintakosteudenilmaisimilla kohdistettiin suoraan mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla mitatut arvot luettiin mittapähän kytkeytyvän lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista mitattuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Pintakosteusilmaisimilla tarkastettiin kellarin sekä keittiön ja muiden märkätilojen lattiapinnat kauttaaltaan sekä muut lattiapinnat pistokoeluontoisesti.

Kellarin perusmuurin huokosilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaukset tehtiin porareikämittauksena. Mittauksissa käytettiin Vaisala HMP44-kosteusmittausanturia ja HMI41-näyttölaitetta. Mittaukset tehtiin betoniin eri syvyyksille poratuista porareikäisistä. Porauksen jälkeen reiät puhdistettiin, putkitettiin, tiivistettiin ja jätettiin tasaantumaan kolmeksi vuorokaudeksi. Tämän jälkeen kosteusmittausanturit asennettiin mittausreikiin, anturin johto tiivistettiin asennusputkeen ja anturin annettiin tasaantua noin 60 minuuttia porareikäisissä ennen lukemien kirjaamista. Mittalaitteen tarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on noin  $\pm 2$  %-yksikköä. Liitteessä x on esitetty ko. porareikämittapisteen sijainti.

Rakenteiden puuosien kosteuspitoisuutta (paino-%) mitattiin kahdesta ulkoseinään tehdystä ulkovuorauksen rakenneavauksesta eri korkeuksilta ja alimman hirren kosteuspitoisuutta muutamasta rasiaterällä tehdystä aukosta ympäri rakennusta. Mittaukset tehtiin materiaalin sähkönvastuksen muutoksien mittaamiseen perustuvalla piikki-junttamittarilla Hygrotest 6500 (Kuva 3).



*Kuva 3. Hygrotest 6500 piikkijuntta-anturi.*

Kellarissa mitattiin maanvastaisen lattian eristetilan ja väli- ja yläpohjan sekä asuinkerroksen lisälämmöneristyksen huokosilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa Vaisala Oy:n HMP42 mittapäällä. Ilman suhteellinen kosteus mitattiin seinään poratun mittausreiän kautta. Mittausreikä tiivistettiin ja annettiin tasaantua noin 15-20 minuuttia ennen lukeman ottoa. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on noin  $\pm 2$  %. Mittausten paikat ja tulokset on esitetty liitteen pohjakuvassa.

Rakenteiden epätiiviyyskohtia ja ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Reginmerkkisavun avulla. Merkkisavu on paksua valkoista savua, jonka avulla tehdään havaintoja ilman virtauksista (kuva 5).





*Kuva 4. Merkkisavulla havainnoitiin ilmavirtausten suuntia*

Rakennuksen alapohjan ja perusmuurin läpivientien ilmatiiveyttä tutkittiin pisto-koeluontoisesti kellarikerroksen eteistilasta Sensistor 9012 WRS merkkiaineanalysaattorilla. Merkkiainekokeessa laskettiin kaasua (5 % H<sub>2</sub> + 95 % N<sub>2</sub>) viemärin tarkastuskaivoon, jonka jälkeen analysaattorilla tutkittiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi huonetilaan.

Rakennuksen julkisivua, piha-alueita ja vesikattoa tarkasteltiin rakennuksen ulkopuolelta ja ullakkotiloista aistinvaraisesti ilman nostokalustoa.

Hirsirungon kuntoa tutkittiin rakenneavauksilla ja alimman hirren kuntoa poraamalla tippapellin yläpuolelta yläviistoon reikiä hirteen noin puoleen väliin sen paksuudesta. Kokeessa havainnoitiin porausvastusta ja porauslastuja aistinvaraisesti (kuva 5).

Lisäksi tutkimuksessa käytettiin olosuhdemittausta Testo 174 olosuhdemittareilla, joilla mitattiin lämpötilaa ja ilman suhteellista kosteutta rakennuksen julkisivuun tehdyn rakenneavauksen vierestä sisä- ja ulkopuolelta. Mittausjakso oli viikon pituinen.



*Kuva 5. Koeporauksessa havainnoitiin porausvastetta ja porauslastuja.*

## 6 Piha-alueet

### 6.1 Havainnot

Maan pinta rakennuksen ympärillä on tasainen tai se kallistuu vähäisesti rakennuksesta poispäin (Kuva 6). Rakennuksen etelä- ja länsisivuilla perusmuuria vasten on nurmikkoa. Rakennuksen pohjois- ja itäsivun vierustan materiaalit ovat kiviaineisia. Kahdella nurkalla sadevedet oli johdettu rännikaivoihin, joista vedet oli ohjattu viemäriputkella läheiseen ojaan. Kahdella nurkalla sadevedet ohjattiin avokouruilla rakennuksen viereltä kauemmas (Kuva 7). Sokkelin korkeus on noin 80 cm. Kellarin ikkunat ovat lähellä maanpintaa (Kuva 6).



*Kuva 6. Maanpinta rakennuksen ympärillä on tasainen tai kallistuu vain vähän poispäin rakennuksesta. Kellarin ikkuna on lähes maanpinnan tasossa.*





*Kuva 7. Sadevesien ohjaus on toteutettu kourulla kauemmas talon vierustalta.*

## 6.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Piha-alueella sade- ja sulamisvesien hallinnassa on puutteita, jotka korjaamalla voidaan vähentää perusmuurin ja alapohjan kosteusrasitusta.

Rakennuksen kahdella nurkalla olevat sadevesien ohjauskourut tulee korvata rännikaivolla ja sadevesiviemärillä, jolla ohjataan sadevedet läheiseen ojaan. Maanpintaa rakennuksen vierellä tulee muotoilla niin, että se kallistuu rakennuksesta poispäin.

Maanpinnan tason lähellä olevien ikkunoiden kautta saattaa kulkeutua sade- ja sulamisvesiä seinärakenteen sisään. Suosittelemme alentamaan maanpinnan tasoa ikkunoiden kohdalla muiden piha-alueisiin kohdistuvien korjausten yhteydessä tai madaltamaan ikkunoita seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Suositeltava vähimmäisetäisyys ikkunan alareunan ja maanpinnan tason välillä on vähintään 300 mm.

## 7 Alapohja

### 7.1 Rakenne

Kellarin lattian alapohjarakenne alueella (Kuva 2) ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- Maali
- Betonilaatta
- EPS 50 mm
- Rakennusmuovi
- Hiekka

Lähtötietojen mukaan muualla kellarin alueella alapohjan betonilaatta on valettu suoraan perusmaan päälle.

### 7.2 Havainnot

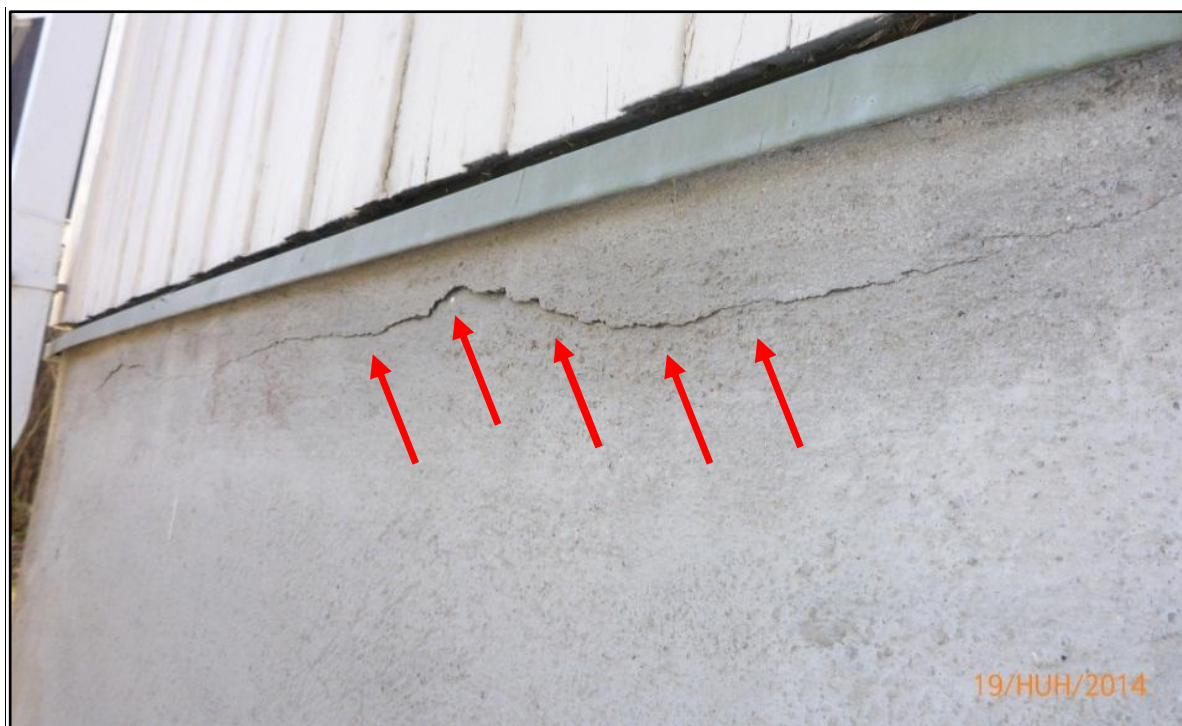
#### Perustukset ja salaojat

Rakennuksen ympärillä on alkuperäiset salaojat ainakin lounaan ja luoteen puoleisilla sivuilla. Kellarissa sijaitsevan perusvesikaivon (Kuva 8) vedenpinta oli tutkimushetkellä noin 650 mm kellarin lattiapinnan alapuolella. Kaivoon tulevat kaksi putkea havaittiin olevan lähes tukossa kiviaineksesta. Kaivossa ei havaittu poikkeavaa hajua.



*Kuva 8. Perusvesikaivon vedenpinta oli havaintohetkellä noin 650 mm lattiapintaa alempana.*

Perusmuuria ei havaintojen perusteella ole eristetty ulkopuolelta. Sokkelin pinnassa havaittiin joitakin halkeamia (Kuva 9) ja pinnoitteessa olevia kopo-alueita, jotka on merkitty liitteeseen 1.



*Kuva 9. Sokkelin pinnoituksessa havaittiin paikoin halkeamia.*

### Kellaritilat

Kellarin lattiapinta on noin metrin rakennuksen viereisen maanpinnan tason alapuolella. Kellarikerroksen pintalaatan alapuolisen eristetilän huokosilman suhteellista kosteutta mitattiin kolmesta kohdasta. Mittauspaikat valittiin pintakosteuskartoituksen perusteella. Mittauspaikat on merkitty liitteeseen 3/3 ja mittaustulokset on esitetty taulukossa 1.

Kellaritilan pintakosteuskartoituksessa havaittiin kohonneita pintakosteuslukemia ainoastaan korjatulla vahinkoalueella paikallisesti. Vain hieman koholla olevia/lähes normaaleja arvoja mitattiin kellarikerroksen nurkka-alueilta. Koko lattia-alaa ei voitu pintakosteus kartoittaa, koska tiloissa oli paljon varastoituna tavaraa. Pintakosteuslukemat on merkitty liitteeseen 3/3.

**Taulukko 1.** Alapohjan eristetilän rakennekosteusmittausten tulokset. Mittaukset tehtiin HMP-42 mittapäällä. Mittapää työnnettiin betonilaattaan poratun reiän kautta eristeeseen ja mittapään metallivarsi tiivistettiin betonilaatan pintaan. Taulukossa on esitetty lämpötila [t], suhteellinen kosteus [RH] ja ilman kosteussisältö [abs].

Mittapiste	Syvyys [mm]	t [°C]	RH [%]	Abs [g/m <sup>3</sup> ]
H 1.1 Alapohja	100 mm EPS	8,5	100,0	8,6
H 1.2 Alapohja	100 mm EPS	10,2	85,6	8,2
H 1.3 Alapohja	100 mm EPS	10,9	91,4	9,1



Kellarin lattian maalatulla pinnoilla ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä. Rakennuksen kellarikerroksen etelänurkan varastotilassa lattiapinnoite oli hiottu pois (kuva 10).



*Kuva 10. Kellarikerroksen etelänurkan varastotilan lattian maalipinta oli hiottu pois.*

Merkkiainekokeessa laskettiin merkkiainekaasua rakennuksen ulkopuolella sijaitsevaan tarkastuskaivoon (kuva 11). Runsasta ilmavuotoa havaittiin kellaritilan alapohjan käyttöveden talojohdon läpiviennistä (kuva 12).



*Kuva 11. Merkkiainekaasu laskettiin sisäänkäynnin vieressä olevaan viemärin tarkastuskaivoon.*



*Kuva 12. Runsasta ilmavuotoa havaittiin käyttöveden talojohdon läpiviennistä.*

### Sauna ja pesutilat

Rakennuksen saunatilat sijaitsevat rakennuksen kellaritilojen eteläosassa. Tilat on remontoitu viimeksi 1970-luvulla. Saunassa on puulämmitteiset kiuas ja vesipata, jotka on uusittu vuosituhanteen vaihteessa. Pinnat ovat osittain paneloituja ja maalattuja betonipintoja. Tilaoja ei pintakosteuskartoitettu, sillä tiloja oli hiljattain käytetty.

### Vesivuodot

Rakennuksen käyttöveden talojohdossa on ollut vuoto, jonka seurauksena kellaritiloihin on tullut vettä. Tilat on lähtötietojen (VVT ja Munters) perusteella kuivattu ja korjattu entiselleen.

### 7.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

#### Perustukset ja salaojat

Tutkimuksen perusteella salaojat toimivat kohtuullisesti, ja pitävät rakennuksen alapohjan kosteustason havaintojen mukaan riittävän alhaisella tasolla. Perusmuurin kosteus tutkitulla alueella on koholla. Rakennuksen omistajien mukaan kellaritilojen käyttöä on tarkoitus muuttaa niin, että niistä tehdään paremmin asuinkäyttöön soveltuvia. Tällöin perusmuurin eristys on tarkoituksenmukaista uusia ja samassa yhteydessä on suositeltavaa myös asentaa uudet salaojat kiertämään koko rakennus.

#### Kellaritilat

Nykyisellä käytöllä alapohja toimii kosteusteknisesti melko hyvin. Kuitenkin tilojen käyttötarkoituksen muuttuessa, ja tilan lämpötilan noustessa, on mahdollista, että maaperä rakennuksen alla lämpenee. Tämä lisää maaperästä sisäilmaan diffuusiolla kulkeutuvan kosteuden määrää. Suosittelen alapohjan rakenteiden uusimista seuraavasti:

- Vaihtoehto A: Mikäli tilat otetaan jatkuvampaan asuinkäyttöön, suosittelen alapohjarakenteen uusimista kokonaisuudessaan. Alapohjarakenne puretaan, ja laatan alla olevaa maata poistetaan noin 300-400 mm. Uuden alapohjalaatan alle asennetaan kapillaarikatko kerros ja lämmöneristeet. Alapohjan uusimisen yhteydessä tulee huomioida uuden kapillaarikatkokerroksen entistä huomattavasti parempi ilmanläpäisevyys, jolloin alapohjaliittymien ja läpivientien tiiviyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.
- Vaihtoehto B: Mikäli tilojen käyttö on edelleen satunnaista, voidaan betoni-laatta maalata hyvin vesihöyryä läpäisevällä maalilla tai asentaa uudeksi lattiapäällysteeksi keraaminen laatoitus.

#### Sauna ja pesutilat

Sauna- ja pesutilat toimivat vähäisellä käytöllä kosteusteknisesti kohtuullisesti. Vaikka rakenteet kostuvat käytössä, ne kestävät hyvin kosteuden vaihteluja ja myös kuivuvat

hyvin. Tilat eivät kuitenkaan täytä nykyisiä vaatimuksia ja käytön lisääntyessä kosteusvaurioriskit kasvavat. Suosittelen tilojen täydellistä remonttia, jossa asennetaan nykyaikaiset vedeneristystuotteet ja pintamateriaalit.

### Vesivuodot

Vesivahinkoalueella kohonneet kosteuslukemat olivat paikallisia, mutta alueella on hyvä seurata mahdollisia muutoksia pintamateriaalissa.

## 8 Ulkoseinät, väliseinät ja maanvastaiset seinärakenteet

### 8.1 Rakenne

Rakennuksen ulkoseinän rakenne on käyttäjältä saatujen tietojen, havaintojen ja rakenneavauksen mukaan sisältä ulospäin lueteltuna:

- Pintamateriaali, tapetti/maali
- Lastulevy 15 mm
- Muovipintainen höyrynsulkupaperi
- EPS 20 mm
- Ilmarako 10-15 mm
- Hirsi 150 mm
- Pinkopahvi
- Ulkoverhouspaneeli 20 mm
- Maali

Kellarin maanvastainen seinärakenne on havaintojen ja rakenneavauksen mukaan sisältä ulospäin lueteltuna:

- Maali
- Lastulevy 15 mm
- EPS 50 mm
- Tuuletusväli
- Höyrynsulkumuovi
- Bitumisively
- Betoni 250 mm

Väliseinät ovat kellaritiloissa kivirakenteisia ja muualla puurakenteisia (hirsi- tai ran-  
karunkoisia).



## 8.2 Havainnot

### Julkisivut

Julkisivupaneeli on huoltomaalattu viimeksi vuonna yli 15 vuotta sitten. Huoltomaalaus on tehty vanhan maalipinnan päälle. Maalipinnassa on havaittavissa halkeamia ja se on paikoin irronnut alustastaan (kuva 13).



*Kuva 13. Maalipinnan vaurioita ja ulkovuorilaudan halkeamia.*

### Ikkunat

Ikkunat ovat 2-lasisia puuikkunoita. Ikkunat ovat todennäköisesti alkuperäiset ja ovat puuosiltaan tyydyttävässä kunnossa. Ikkunoiden maalipinta on paikoin hilseillyt kokonaan pois. Ikkunoiden pellitys on ehjä ja vedenohjaus toimii hyvin (kuva 14).



*Kuva 14. Ikkunoiden pellitys on kunnossa, mutta maalipinta on paikoin hilseillyt kokonaan pois.*

### Ulkoseinärakenne

Havaintojen mukaan rakennuksen Erätien puoleisella sivulla läpiviennin tiiveydessä havaittiin puutteita. Seinärakenteen läpi oli vedetty sähkökaapeli, eikä sen läpivienttiä ollut tiivistetty asianmukaisesti.

Rakennuksen ulkoverhouspaneelin takana on vähäinen ilmarako ( $\leq 5$  mm), mutta varsinaista tuuletusrakoa ei ole. Erätien puoleisten rakenneavausten kohdalla hirret ovat kohtalaisen hyvässä kunnossa. Rasiaterällä tehdyissä rakenneavauksissa sisäänkäynnin vasemmalla puolella havaittiin hirren olevan pehmennyt noin 30 mm pinnasta noin metrin matkalta (kuva 15). Sisäänkäynnin oikealla puolella rasiaterällä tehdystä rakenneavauksesta havaittiin ulkovuorilaudoituksen olevan alaosastaan lahoa. Vaurio oli havaintojen mukaan paikallinen.

Ulkoseinän hirsien kosteutta mitattiin Erätien (länsisivu) puoleiselta sivulta kahdesta kohtaa eri korkeuksilta. Mittapisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa (liite 3/3). Mittaustulokset on esitetty taulukossa 2. Rakennuksen muilta sivuilta alimman hirren kosteutta mitattiin kolmesta mittapistestä. Mittapisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa (3/3) ja mittaustulokset on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 2.** Piikkijunta mittarilla mitatut seinärakenteen hirren kosteuspitoisuudet  
mittapisteissä RAK 1 ja RAK 2.

Mittapiste	Syvyys	RAK 1 kosteus (%)	RAK 2 kosteus (%)
Ulkoseinä  Alin hirsi  hirren alareuna	10 mm	12,8	16,7
	20 mm	13,3	15,7
	30 mm	13,6	14,6
	40 mm	13,9	16,5
Ulkoseinä  Alin hirsi  hirren keskiosa	10 mm	13,7	16,5
	20 mm	13,7	15,2
	30 mm	13,7	14,2
	40 mm	14,2	13,5
Ulkoseinä  Alin hirsi  hirren yläosa	10 mm	15,2	18,9
	20 mm	15,1	17,3
	30 mm	15,0	14,1
	40 mm	15,8	13,4
Ulkoseinä  2. alimman hirren alaosa	10 mm	17,7	<b>20,0</b>
	20 mm	18,1	17,8
	30 mm	18,6	14,7
	40 mm	18,9	12,9
Ulkoseinä  3. hirren ¾ piste	10 mm	17,3	-
	20 mm	17,2	-
	30 mm	12,9	-



Mittapiste	Syvyys	RAK 1 kosteus (%)	RAK 2 kosteus (%)
	40 mm	15,4	-

Yleisesti käytännön tutkimuksissa on todettu että puu on märkää, kun painoprosentit lähestyvät 20:ntä. Puu on siten karkeasti ottaen kuivaa, kun painoprosentit ovat lähellä 10 tai alle. Puun kosteuspitoisuus 10,6%, kuivapainosta +15 asteen lämpötilassa vastaa noin 50%RH. Puun kosteuspitoisuus 17,7 % kuivapainosta +15 asteen lämpötilassa vastaa noin 78%RH. (Lähde: Hannu Kääriäisen luentoaineisto/ Hannun VTT:n aikaan tekemät testit).

***Taulukko 3. Piikkijunta mittarilla mitatut seinärakenteen hirren kosteuspitoisuudet mittapisteissä RAK 3-RAK 8.***

Mittapiste	Syvyys	Kosteus (%)
RAK 3  Ulkoseinä  alimman hirren alaosa	10 mm	12,2
	20 mm	14,2
	30 mm	16,6
	40 mm	17,3
RAK 4  Ulkoseinä  alimman hirren alaosa	10 mm	14,8
	20 mm	13,4
	30 mm	11,8
	40 mm	14,0

Mittapiste	Syvyys	Kosteus (%)
<b>RAK 5</b>	10 mm	12,2
<b>Ulkoseinä</b>	20 mm	12,9
<b>alimman hirren alaosa</b>	30 mm	12,8
	40 mm	12,3
<b>RAK 6</b>	10 mm	17,7
<b>Ulkoseinä/Sisäp.</b>	20 mm	18,1
<b>alimman hirren alaosa</b>	30 mm	18,6
	40 mm	<b>18,9</b>
<b>RAK 7</b>	10 mm	11,9
<b>Ulkoseinä/Sisäp.</b>	20 mm	12,4
<b>alimman hirren alaosa</b>	30 mm	13,3
	40 mm	14,2
<b>RAK 8</b>	10 mm	12,5
<b>Ulkoseinä/Sisäp.</b>	20 mm	12,5
<b>alimman hirren alaosa</b>	30 mm	12,5
	40 mm	13,0

Alin hirsikerta havaittiin koeporauksissa olevan rakennuksen eteläpuolella pinnastaan  
pehmeää noin 25 mm syvyydelle (liite 1/3).



**Kuva 15.** Sisäänkäynnin vasemmalla puolella havaittiin hirressä lahoa.

Ulkoseinien sisäpuolisen lämmöneristyksen kosteutta mitattiin neljästä kohdasta. Mittauspisteiden sijainti on esitetty liitteessä 2/3 ja mittaustulokset on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4.** Ulkoseinän eristetilan rakennekosteusmittausten tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila [t], suhteellinen kosteus [RH] ja ilman kosteussisältö [abs].

Mittapiste	t	RH	Abs
	[°C]	[%]	[g/m <sup>3</sup> ]
H1 Ulkoseinä/Eristetila	18,8	32,9	5,4
H2 Ulkoseinä/Eristetila	14,0	51,1	6,2
H3 Ulkoseinä/Eristetila	19,1	35,8	5,9
H4 Ulkoseinä/Eristetila	22,6	33,5	6,7
H5 Ulkoseinä/Eristetila	20,4	34,2	6,0

**Kellarin maanvastainen seinärakenne**

Kellarin maanvastaisen seinän, rakennuksen lounaisnurkassa, rakenneavauksesta havaittiin höyrynsulkumuovin takaa betonisessa perusmuurissa mikrobiperäinen haju. Rakenneavauksen kohdalle tehtiin rakennekosteusmittauksia kolmeen korkoon ja kahdelle syvyydelle. Mittauspisteiden sijainti on esitetty liitteessä 3/3 ja mittaustulokset on esitetty taulukossa 5.

***Taulukko 5.** Maanvastaisen seinän rakennekosteusmittausten tulokset. Porareikämittaukset tehtiin 12.2.2015 ja tulokset luettiin 15 minuutin tasaantumisaajan jälkeen. Muut porareikämittauksen mittausreiät porattiin 17.4.2014 ja mittaustulokset luettiin 20.4.2014. Taulukossa on esitetty lämpötila [t], suhteellinen kosteus [RH] ja ilman kosteussisältö [abs].*

Mittapiste	Syvyys [mm]	t [°C]	RH [%]	Abs [g/m <sup>3</sup> ]
MP 1.1	40 mm	9,5	99,4	9,0
Ulkoseinä h=100 mm	100 mm	8,0	99,9	8,7
MP 1.1	40 mm	10,1	97,3	9,2
Ulkoseinä h=500 mm	100 mm	9,7	98,9	9,3
MP 1.1	40 mm	11,0	97,3	9,7
Ulkoseinä h=1000 mm	100 mm	10,1	98,0	9,3

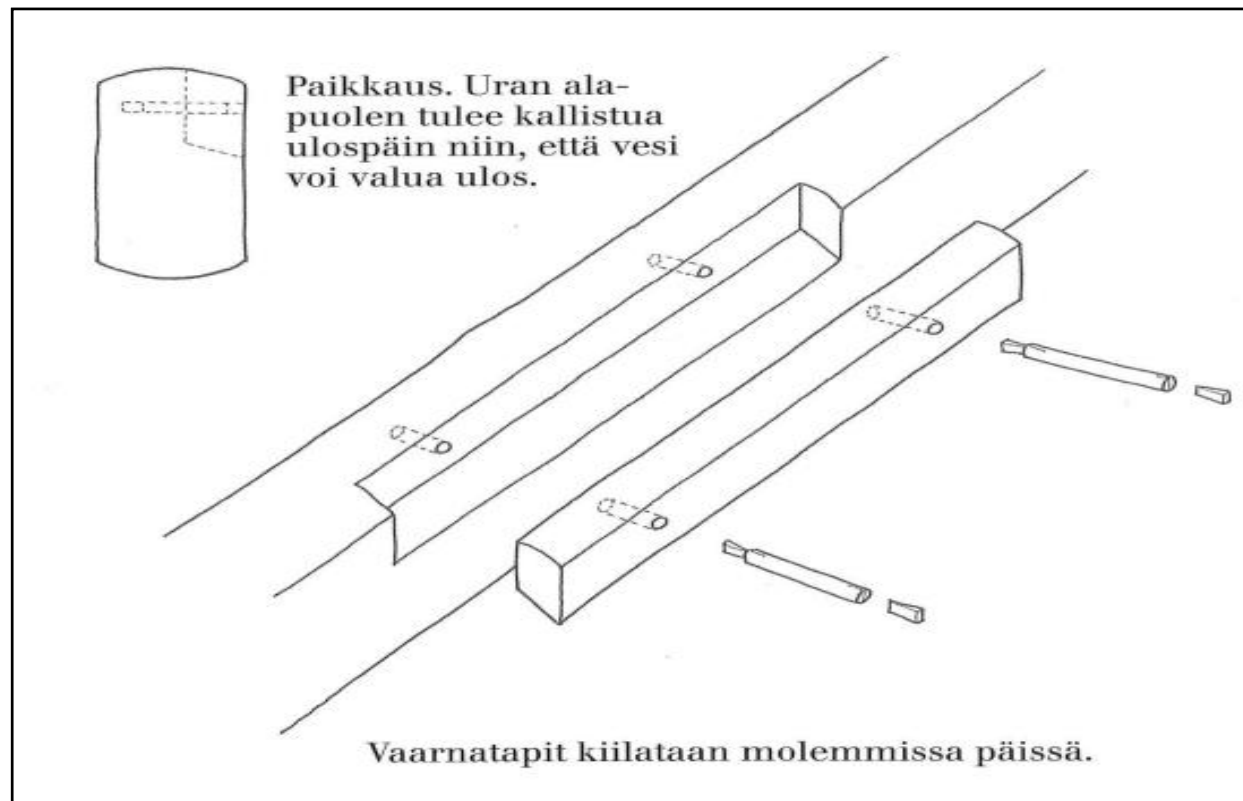
### 8.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

#### Julkisivut ja ulkoseinärakenne

Ulkoseinän epätiiviyskohdat aiheuttavat vedon tunnetta ja rakenteen jäähtymistä paikallisesti kylmään vuodenaikaan. Epätiiviyskohtien kautta rakenteeseen pääsee kosteutta ja rakenne voi vaurioitua. Suosittelen tiivistämään ulkoseinän läpivientien kohdat. Tiivistys voidaan toteuttaa esim. poistamalla läpiviety kaapeli ja tulppaamalla puusta tehdyllä tulpalla läpivientireikä. Tarvittaessa läpivienti voidaan toteuttaa hallitummin esim. kaapelinipuissa. Tiivistys voidaan toteuttaa ennen läpiviennin poistamista myös PU-vaahdolla.

Ulkoseinien sisäpuolinen eristys voi heikentää ulkoseinärakenteen kuivumiskykyä. Seinän hirsirakenteen kosteuspitoisuus on mittauksien mukaan paikoin koholla. Tämä voi osittain johtua rakenteen sisäpuolisesta lisäeristyksestä. Lisäksi ulkoverhouslaudan ja hirren välisen tuuletusraon puuttuminen ja tiivis maalipinta ulkoverhouspaneelin pinnassa heikentää rakenteen kuivumiskykyä. Tiivis maalipinta muodostaa riskin sisäpuolen kosteuden tiivistymiselle ulkoverhoukseen maalipinnan taakse. Heikentynyt kuivumiskyky ja lisääntynyt kosteusrasitus saattaa vaurioittaa paneelia ja heikentää maalipinnan tartuntaa, mikä lisää ulkoverhouspaneelin huoltomaalaustarvetta.

Suosittelen ulkoseinän alaosien vuorilaudoituksen purkamista, ja vähintään alimpien hirsien pintavaurioiden korjaamista kaakkoissivulla ja liittymien ja läpivientien kohdilla. Lisäksi suosittelen maalipinnan uusimista. Vanha maalipinta voidaan poistaa esim. soodapuhalluksella. Hirren paikkaus voidaan toteuttaa kuvan 18 kaltaisella menetelmällä.



*Kuva 16. Hirren paikkaus.*

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suosittelen parantamaan ulkoseinän lämmöneristystä. Lisälämmöneristyspaksuudessa tulee huomioida mahdollinen sisäpuolisen lisälämmöneristyksen purku. Korjauksessa uusitaan ulkovuorilaudoitus, korjataan hirsirungossa mahdollisesti olevat vauriot kuva 18 periaatteen mukaisesti. Lisälämmöneristys voidaan toteuttaa esim. lisäkoolauksella ja puhallusvillalla. Uusittuun seinärakenteeseen tulee lisäksi tuulensuojalevy ja uuden ulkovuorilaudoituksen taakse tuleva riittävä tuuletusväli. Samassa yhteydessä suosittelen uusimaan ikkunat ja ovet.

### Kellarin maanvastainen seinärakenne

Kellarin maanvastaiset seinärakenteissa havaitut kohonneet kosteuspitoisuudet johtuvat maaperästä kapillaarisesti/diffuusiolla kulkeutuvasta kosteudesta. Rakenneavauksen kohdalla havaittu mikrobiperäinen haju viittaa rakenteissa oleviin epätiiviyskohtiin tai edellisessä peruskorjauksessa tehdyn lisälämmöneristetyin puurakenteisen seinän vaurioon. Nyt tehdyillä mittauksilla ja vanhaa rakenneavausta tutkimalla vaurion sijaintia/laajuutta ei pystytty selvittämään. Suosittelen vähintään selvittämään rakenneavauksin ja mittauksin mikrobiperäisen hajun syyn ja mahdollisen vaurion sijainnin ja laajuuden, jotta se voidaan korjata. Nykyisellä vähäisellä käytöllä rakenne toimii

kuitenkin kosteusteknisesti melko hyvin. Tilojen käyttötarkoituksen muuttuessa, suosittelen maanvastaisten seinien korjaamista seuraavasti:

- seinärakenteet puretaan bitumoituun betonipintaan saakka
- bitumisivelynäytteen perusteella sivelyn purku joko tavallisena rakennuspurkutyönä tai haitta-ainepurkuna
- rakenneliittymien tiivistäminen
- sisäpuolinen harkkomuuraus
- tasoitus ja maalaus

Lisäksi suosittelen korjaamaan maanvastaisen seinän veden- ja lämmöneristystä sekä salaojitusta erillisen suunnitelman mukaisesti.

## 9 Välipohja

### 9.1 Rakenteet

Välipohjan rakenteet ovat havaintojen ja rakenneavauksen mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavat:

- Lattian pintamateriaali
- Lastulevy
- Ponttilauta
- Kutterinlastu / lattian puurunko ~350 mm
- Betoni
- Alakattorakenteet

### 9.2 Havainnot

Rakennuksen eteisen ja WC:n kohdalla on ollut vesivuoto (ks. liite 2/3). Vahinkoalueen pintarakenteet on purettu ja alue on kuivatettu. Nyt tehdyssä pintakosteuskartoituksessa ja viiltomittauksissa ei havaittu rakenteessa korkeita kosteuspitoisuuksia. Välipohjan kosteusmittaustulokset on esitetty taulukossa 6, ja pintamittaustulokset on esitetty liitteessä 2/3.

**Taulukko 6.** Välipohjan viiltomittausten tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila [t], suhteellinen kosteus [RH] ja ilman kosteussisältö [abs].

Mittapiste	t	RH	Abs
	[°C]	[%]	[g/m <sup>3</sup> ]
Sisäilma	22,6	45,0	9,0
V1	19,5	23,0	3,9
Muovimatto			



V2 Muovimatto	19,6	27,1	4,6
V3 Muovimatto	18,5	39,9	6,3

### 9.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Välipohjat ovat tyypillisesti kuivia rakenteita, joissa kosteusrasitus aiheutuu pääosin ajoittaisista ja paikallisista vesivuodoista. Välipohjassa olosuhteet mikrobikasvustolle ovat tavallisesti huonot johtuen alhaisista kosteusolosuhteista.

Välipohjan täyttökerroksessa on rakennusajankohdalle tyypillisesti käytetty orgaanista täyttömateriaalia, kuten sahanpurua. Rakenneavausten perusteella välipohjarakenne on hyväkuntoinen eikä välipohjassa havaittu merkittäviä korjaustarpeita. Vesivuoto-kohta on aikaisemmassa korjauksessa korjattu riittävän laajasti ja välipohjaan ei nyt tehtyjen aistinvaraisten havaintojen mukaan ole jäänyt kosteusvaurioituneita materiaaleja.

Seuraavan kerran, kun välipohjan päällystemateriaaleja uusitaan, suosittelen parantamaan välipohjan ilmatiiviyttä ulkoseinien kohdalla erillisen suunnitelman mukaan.

## 10 Yläpohja ja vesikattorakenteet

### 10.1 Rakenne

Yläpohjan rakenne havaintojen ja lähtötietojen perusteella seuraava:

- Rivipeltikate
- Harvalaudoitus ~22 mm
- Puukannattimet
- Tuulettuva yläpohjatila
- Mattoja, kovalevyjä, pahvia ja sanomalehtiä ~10 mm
- Harvalaudoitus ~22 mm
- Eriste ~300 mm
- Rakennuspaperi
- Ilmaväli
- Sisäverhouslevy

### 10.2 Havainnot

#### Vesikatto

Rivipeltikate on todennäköisesti alkuperäinen. Katon kaltevuus on noin 1:2. Katolla ei ole kulkusiltoja, joten tarkastus tehtiin kattotikkailta käsin. Lapetikkaita ei ole kiinnitetty, vaan ne lepäävät lappeen varassa nojaten alapäästä jalkakouruun.



*Kuva 17. Jalkakourussa havaittiin roskia.*

Katolla havaittiin piipun vieressä yksi läpivienti, jonka tiiveys ei ollut kunnossa (kuva 20).



*Kuva 18. Vasemmassa kuvassa katon epätiivis läpivienti, ja oikeassa kuvassa sama kohta kuvattuna alapuolelta. Katteen aluslaudoitus on vaurioitunut läpiviennin kohdalta.*

Peltikatteen maalipinta on tyydyttävässä kunnossa. Maalipinta on paikoin irtoillut. Sauma- ja taitekohdissa peltikate on paikoin ruostunut. Jalkakouruihin on kertynyt roskaa (kuva 21).

Vanhat tiilihormit on pellitetty kauttaaltaan, mutta piipunhattua puutui.

### Yläpohja

Yläpohjan rakenteet ovat alapuolen pintarakenteita lukuun ottamatta alkuperäisessä, tyydyttävässä kunnossa. Havaintojen mukaan vesivuotojen kautta yläpohjaan kulkeutuva vesimäärä on merkitykseltään vähäinen.

## 10.3 Johtopäätökset

### Vesikate

Lapetikkaiden kiinnityksessä ja tuennassa on puutteita, joista aiheutuu turvallisuusris-  
ki. Kaikille katolla sijaitseville IV-laitteille ei ole järjestetty turvallista huoltoreittiä  
esim. kattosiltaa pitkin.

Rivipeltikate on tyydyttävässä kunnossa. Rivipeltikate, jonka alla ei ole aluskatetta, ei  
ole vesitiivis. Talvella pellin pintaan muodostuu ajoittain ja paikoittain paineellinen  
vesirasitus lumen sulaessa katolla yläpohjan lämpövuotojen, lumen lämmöneristävy-  
den ja ulkolämpötilan yhteisvaikutuksesta. Räystäälle, sisätaitejiireihin ja paikallisesti  
katon eri osille muodostuu ns. paannejäättä, joka padottaa sulanutta vettä. Padottava  
vesi sekä lumen paino vesikerroksen päällä aiheuttaa peltikatteeseen paineellisen vesi-  
rasituksen.

### Yläpohja

Yläpohjan rakenteet ovat tyydyttävässä kunnossa. Vesivuotojen kautta yläpohjaan  
kulkeutuva vesi imeytyy yläpohjan eristekerrokseen ja kuivuu eristeestä vauriota aihe-  
uttamatta. Havaintojen mukaan vesivuotojen kautta yläpohjaan kulkeutuva vesimäärä  
on merkitykseltään vähäinen.

## 10.4 Toimenpidesuosituksset

Suosittelen katon huoltomaalausta ja samassa yhteydessä vuotavan läpiviennin tiivistämistä sekä piipunhatun asentamista. Suosittelen myös vaurioituneiden aluslautojen paikallisia korjauksia.

Suosittelen uusimaan lapetikkaat ja kiinnittämään ja tukemaan ne RT-ohjekortin RT 85-10708 ”Vesikaton turvavarusteet” mukaisesti.

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suosittelen uusimaan vesikaton aluskatteelliseksi peltikatteeksi. Vesikaton korjauksen yhteydessä olisi suositeltavaa myös parantaa yläpohjan lämmöneristävyyttä.



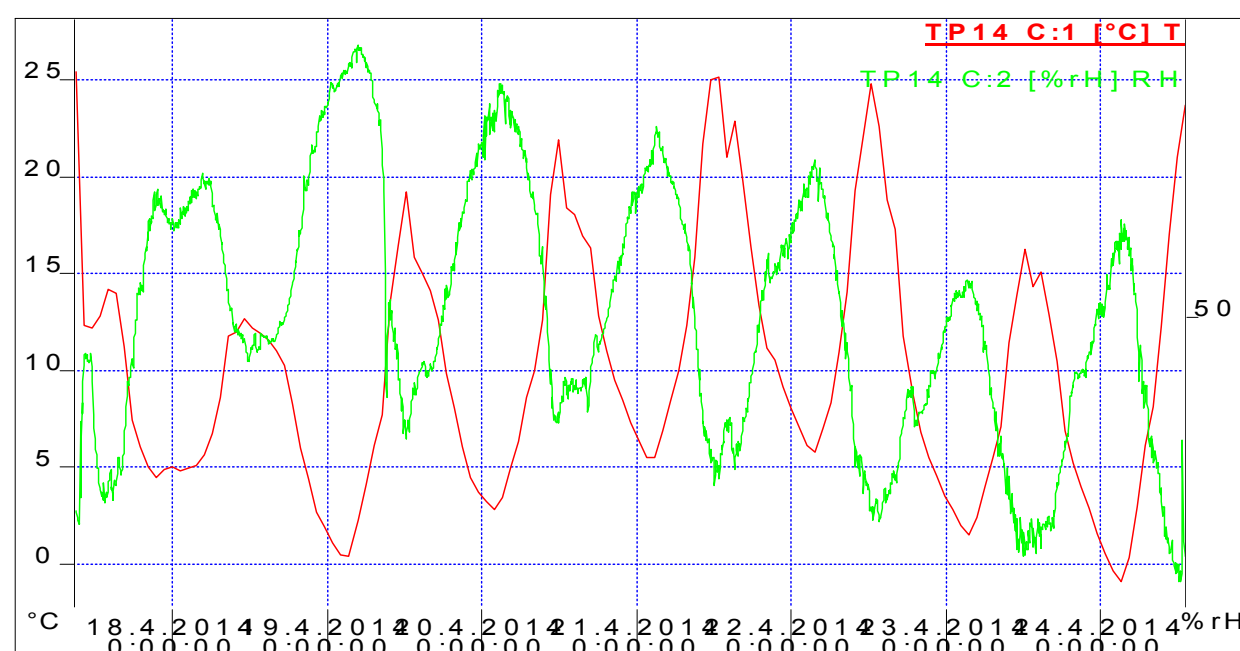
## 11 Sisäilma

### 11.1 Ilmanvaihto

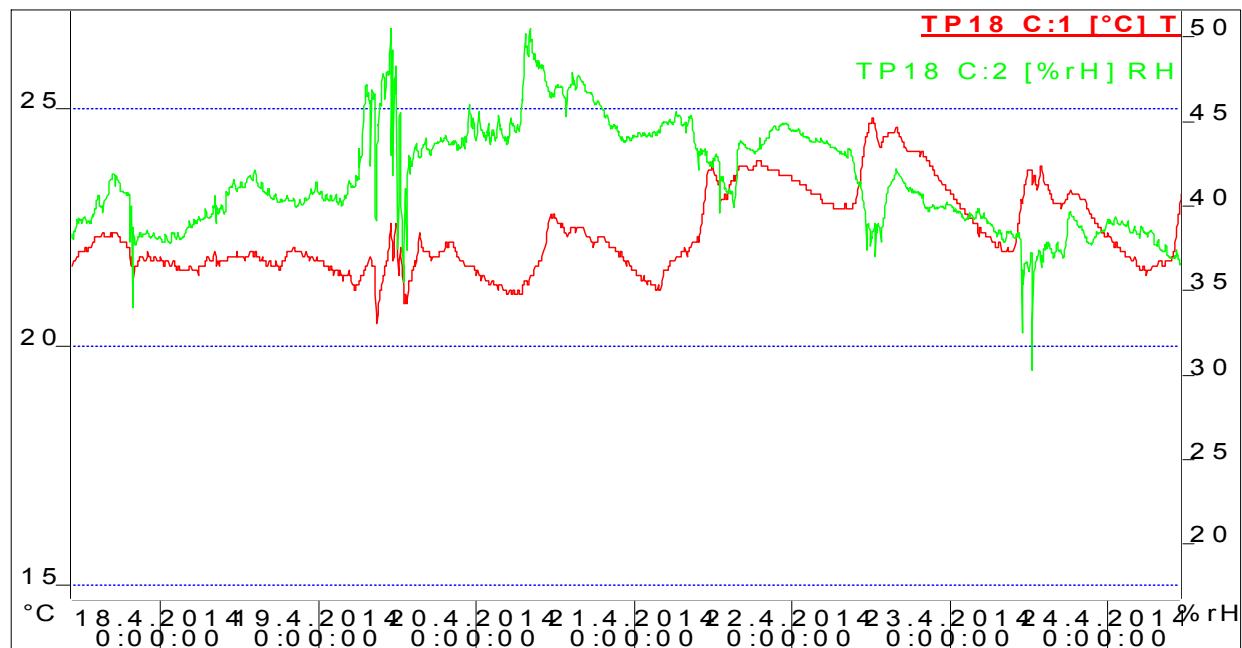
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on painovoimainen ilmanvaihto. Tutkimuksen aikana ei havaittu sisäilmassa poikkeavaa hajua. Kuitenkin käyttäjiltä saadun tiedon mukaan ajoittain saunan lämmityksen aikana voi kellarin kautta ensimmäisen kerroksen tiloihin tulla hieman poikkeava haju. Tuloilmaventtiilejä rakennuksessa oli havaintojen mukaan kolme; yksi kellarin sisääntulon ovesa, toinen keittiön kiintokalusteen sisällä ns. kylmäkaapin venttiili ja kolmas WC:n tuloilmaventtiili. Mittauksissa todettiin sisäilman olevan lievästi alipaineinen ulkoilmaan nähden. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 2-3/3.

### 11.2 Sisäilman lämpötila ja kosteus

Sisäilman olosuhteita mitattiin seurantamittauksella kahdessa mittapisteessä. Mittaus toteutettiin seurantamittauksena 18.4.2014 - 25.4.2014 välisenä aikana. Seurantamittauksen tulokset on esitetty kaavioissa 1-2. Seurantamittauspisteiden paikat on esitetty liitteen 1 pohjapiirroksissa.



**Kaavio 1.** Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden käyrät 18.4.2014 - 25.4.2014. Ulkopuolella RAK kohdalla.



*Kaavio 2. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden käyrät 18.4.2014 - 25.4.2014. Sisäpuoli RAK 7 kohdalla.*

### 11.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Rakennuksen painesuhteilla tarkoitetaan rakennuksen sisä- ja ulkoilman tai rakennuksen eri osien välisiä ilmanpaine-eroja. Ilma pyrkii virtaamaan painesuhteiden vuoksi korkeammasta paineesta alhaisempaan. Rakennukseen muodostuviin painesuhteisiin vaikuttavat ulko- ja sisäilman välisistä tiheyseroista syntyvä savupiippuvaikutus, tuuli sekä rakennukseen johdettavan tulo- ja poistoilman määrä eli ilmanvaihto. Paine-erojen aiheuttamien ilmavirtausten mukana voi rakenteiden sisältä tai likaisista tiloista kulkeutua epäpuhtauksia käyttötiloihin.

Lämmityskaudella huoneilman lämpötilan ei tulisi ylittää +23...+24 °C. Sisäilma koetaan miellyttäväksi yleensä noin +20...+22 °C lämpötilassa. Korkeassa lämpötilassa ilma koetaan tunkkaiseksi. Mitatussa tilassa sisäilman lämpötila oli hyvällä tasolla, nusten vain hetkellisesti lähelle 25 °C. Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +21...+25 °C. Vuodenajalle tyypillisesti sisäilma on melko kuivaa, mikä korostuu kun tilojen sisäilman lämpötila on korkea. Kuiva ilma voi aiheuttaa limakalvojen kuivumista sekä ärsytysoireita.

Suosittelen lisäämään kellaritiloihin varasto- ja työtilaan sekä asuinkerroksen makuu- ja olohuoneisiin hallitut korvausilmareitit. Korvausilmareitti voidaan järjestää esimer-

kiksi asentamalla ulkoseinään tai ikkunakarmiin korvausilmaventtiili. Ulkoseinäventtiili voi olla lämpötilan mukaan säätävä.

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suosittelen asentamaan rakennukseen erillisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän lämmön talteenottojärjestelmällä.

## 12 Yhteenveto tärkeimmistä suositelluista toimenpiteistä

- Vesikaton huoltomaalaus ja läpiviennin tiivistäminen
- Piipunhatun asentaminen
- Hirsirungon vaurioiden korjaus
- Ulkovuorilaudoituksen maalaus
  - maalin poisto esim. soodapuhalluksella
  - julkisivulaudoituksen vaurioituneiden osien korjaus
  - maalaus
- Sadevesijärjestelmän parannus asentamalla sadevesikaivon ja viemäroinnin ja johtamalla sadevedet läheiseen ojaan

### 12.1 Peruskorjaustoimenpiteet

- Sokkelin veden- ja lämmöneristys
- Salaojajärjestelmän uusiminen
- Sadevesijärjestelmän uusiminen
- Kellaritilojen kunnostus
  - Vanhojen maanvastaisten seinärakenteiden sisäpuolisten pintarakenteiden ja lämmöneristeiden purku
  - Maanvastaisen seinän bitumisivelyn purku (huomioitava mahdolliset haitta-aineet)
  - Rakenteiden tiivistäminen, ja sisäpuolisen muurauksen asentaminen
  - Uusien pintarakenteiden rakentaminen
  - Lattiapintojen kunnostus
  - Sauna- ja pesutilojen kunnostus nykyaikaisin menetelmin

Liitteet: 1/3 Julkisivut  
2/3 Pohjapiirustus, kellari  
3/3 Pohjapiirustus 1.kerros





Vaurio sokkelissa

Vaurio hirressä

Yläkuvun laattatella

Paikattu

Paikattu

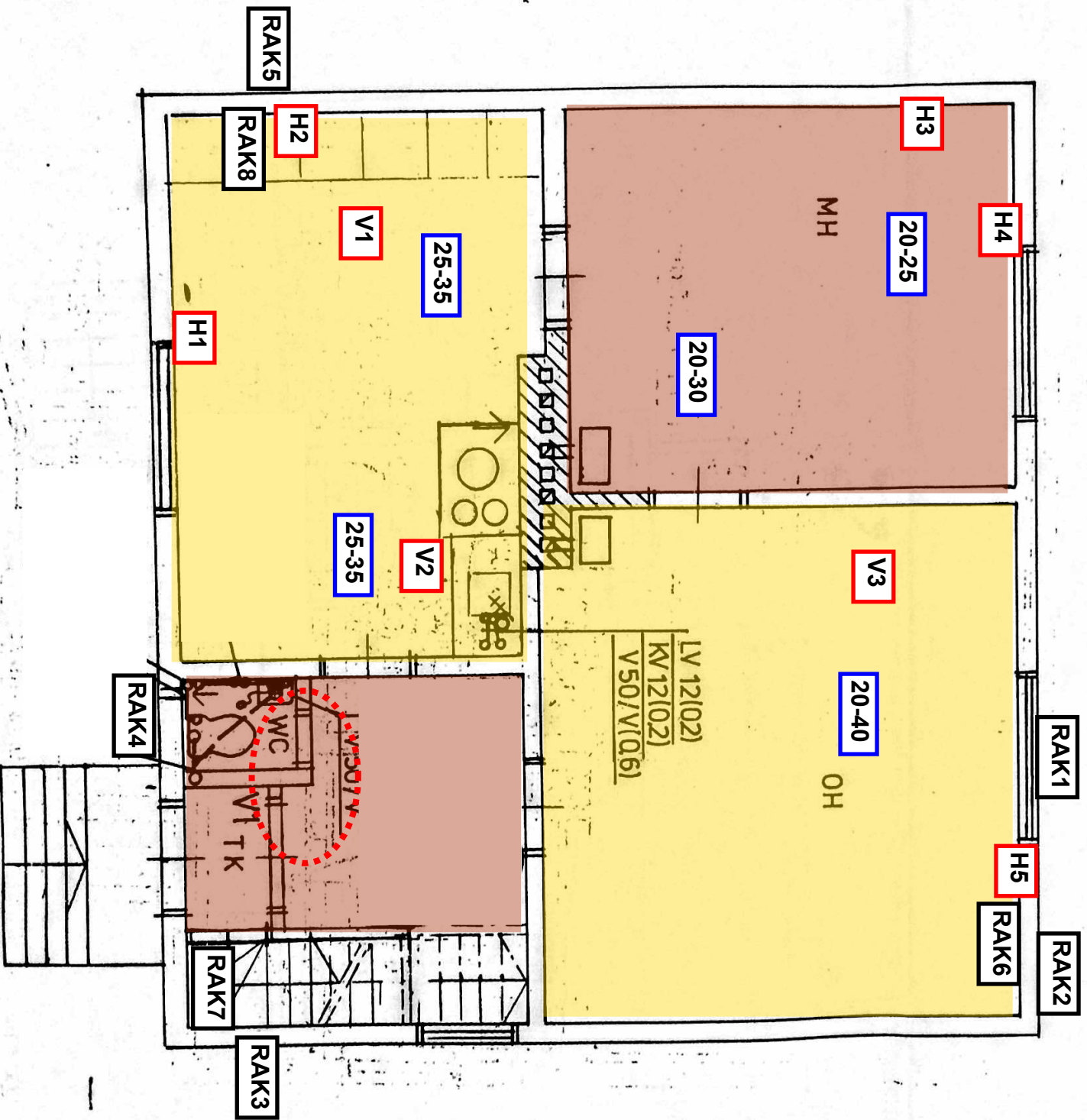
Paikattu

Paikattu

Paikattu



1. kerros 1:50



50-70

## Pintakosteus

# Maali

MP 1

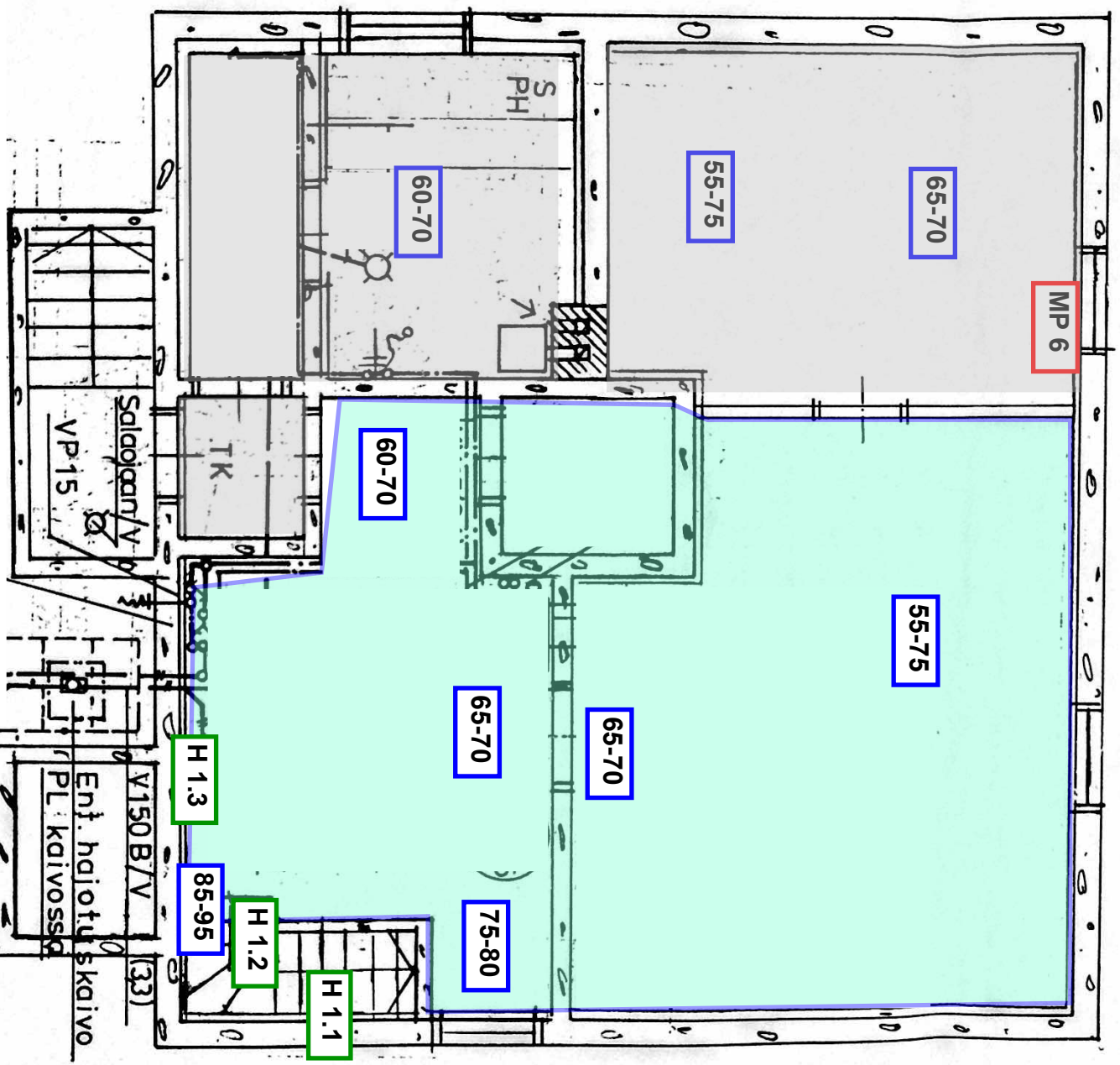
## Kostensmittauspiste

## Betonipinta

## H1.1

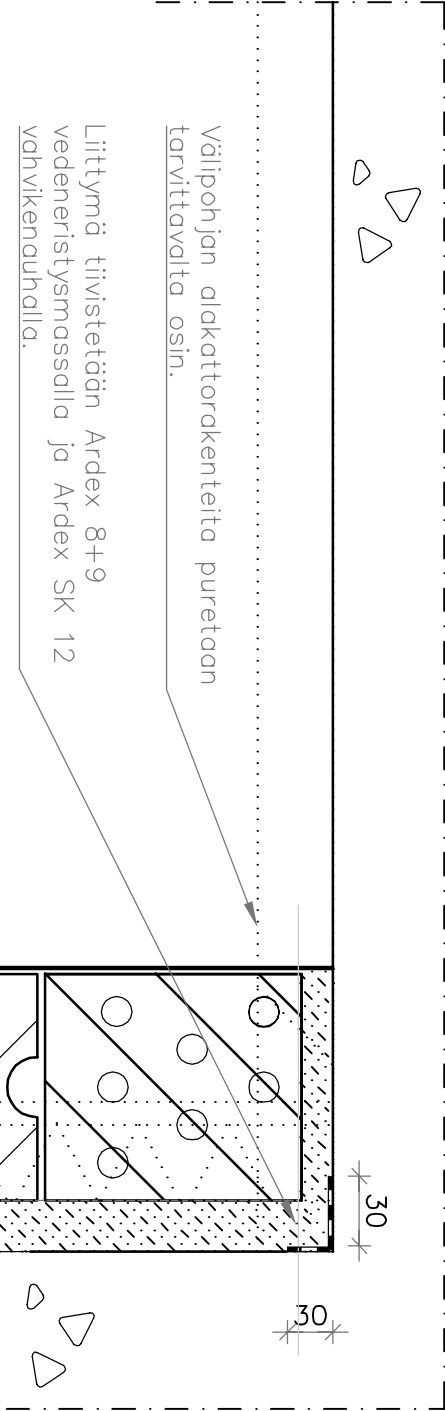
## Kosteusmittauspiste, alapohjan eristetilä

Kellarikerros 1:50



# Kellarin maanvastaisen seinän korjaus 1:5

Työohje:

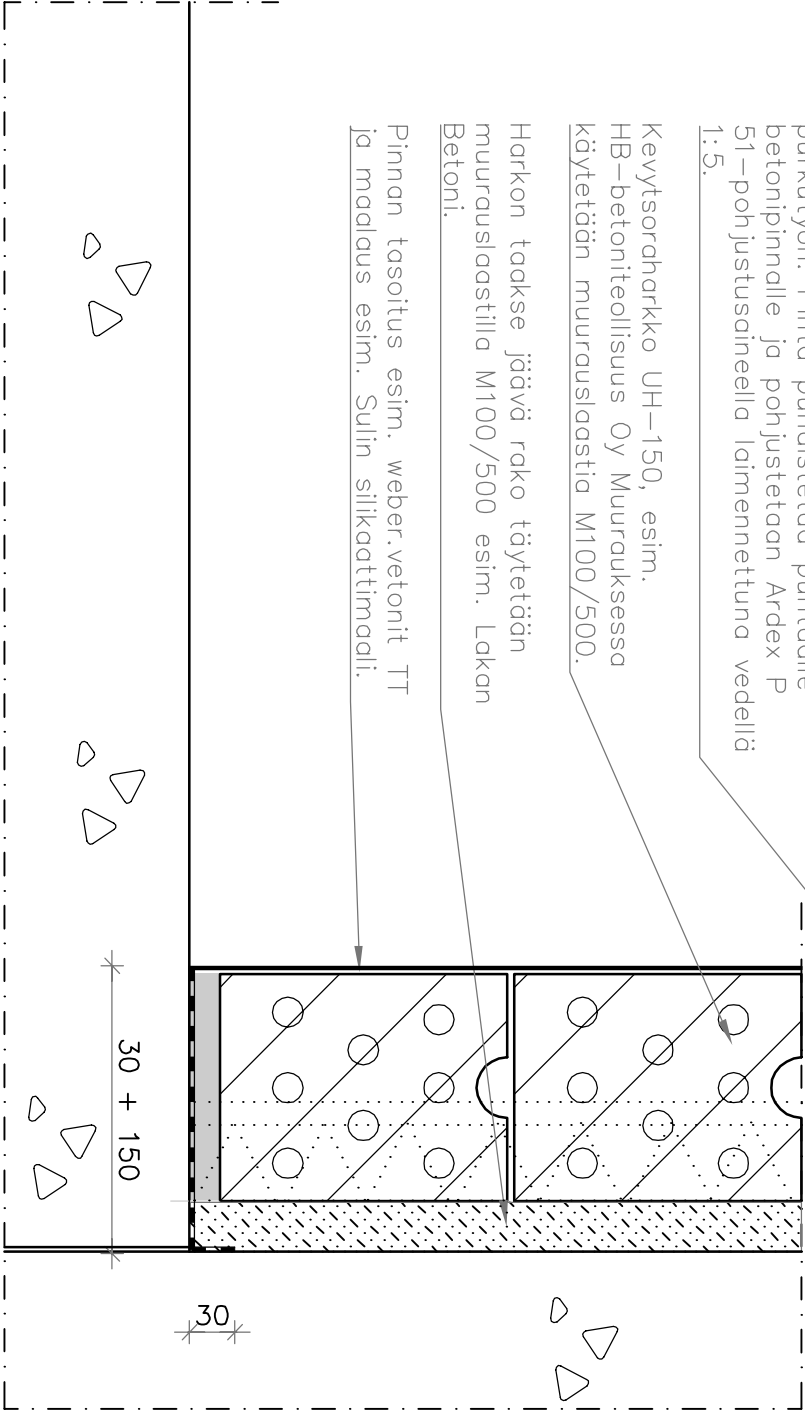


Seinän pintarakenteet puretaan. bitumisivelyn saakka. Sivelystä otetaan materiaalinäyte, jolla määritetään sivelyn mahdollisesti sisältämät haitta-aineet (PAH-yhdisteet ja asbesti). Materiaalitulosten mukaan sivelyn purku joko haitta-ainepurkuna tai normaalina purkutyönä. Pinta puhdistetaan puhtaalle betonipinnalle ja pohjustetaan Ardex P 51-pohjustusaineella laimennettuna vedellä 1:5.

Kevytsoorharkko UH-150, esim. HB-betoniteollisuus Oy Muurauksessa käytetään muurauslaastia M100/500.

Harkon taakse jäävä rako täytetään muurauslaastilla M100/500 esim. Lakan Betoni.

Pinnan tasoitus esim. weber.vetonit TT ja maalaus esim. Sulin silikaattimaali.



Kellarin maanvastaisilta seiniltä puretaan levytys, ja eristeet bitumoitun betonipintaan saakka. Välipohjan alakattorakenteita puretaan tarvittavalta leveydeltä seinälinjasta. Bitumisivelystä otettu materiaalinäyte määrittää sivelyn purkutavan, se tehdään joko haitta-ainepurkuna tai normaalina rakennuspurkutyönä. Purkutyön jälkeen kaikki puhdistetut pinnat hiotaan ja imuroidaan huolellisesti. Pintojen tulee olla puhtaita ja pölyttömiä. Pinnat primeroidaan Ardex P 51-pohjusteella laimennettuna vedellä suhteessa 1:5. Alapohjan ja välipohjan ulkoseinäliittymiin asennetaan Ardex 8+9 vedeneristeistä ja SK12 vahvikenauhasta tiivistyskaista valmistajan ohjeiden mukaisesti. Alapohjalla tiivistyskaista ulotetaan kokonaan harkkomuurauksen alle. Seinän sisäpuolelle asennetaan kevytsoorharkosta tehty harkkomuuraus, UH 150, joka toimii rakenteen lämmöneristeenä. Harkkomuurauksen ja vanhan maanvastaisen betoniseinärakenteen väliin jätetään noin 20 mm rako, joka täytetään muuraustyön yhteydessä muurauslaastilla. Muuraukseen asennetaan vaakaraudoitus (kutistumaraudoitus) Ø8. Muuraus tehdään noin 5 mm saumapaksuudella. Pystysaumoiissa ei käytetä laastia.

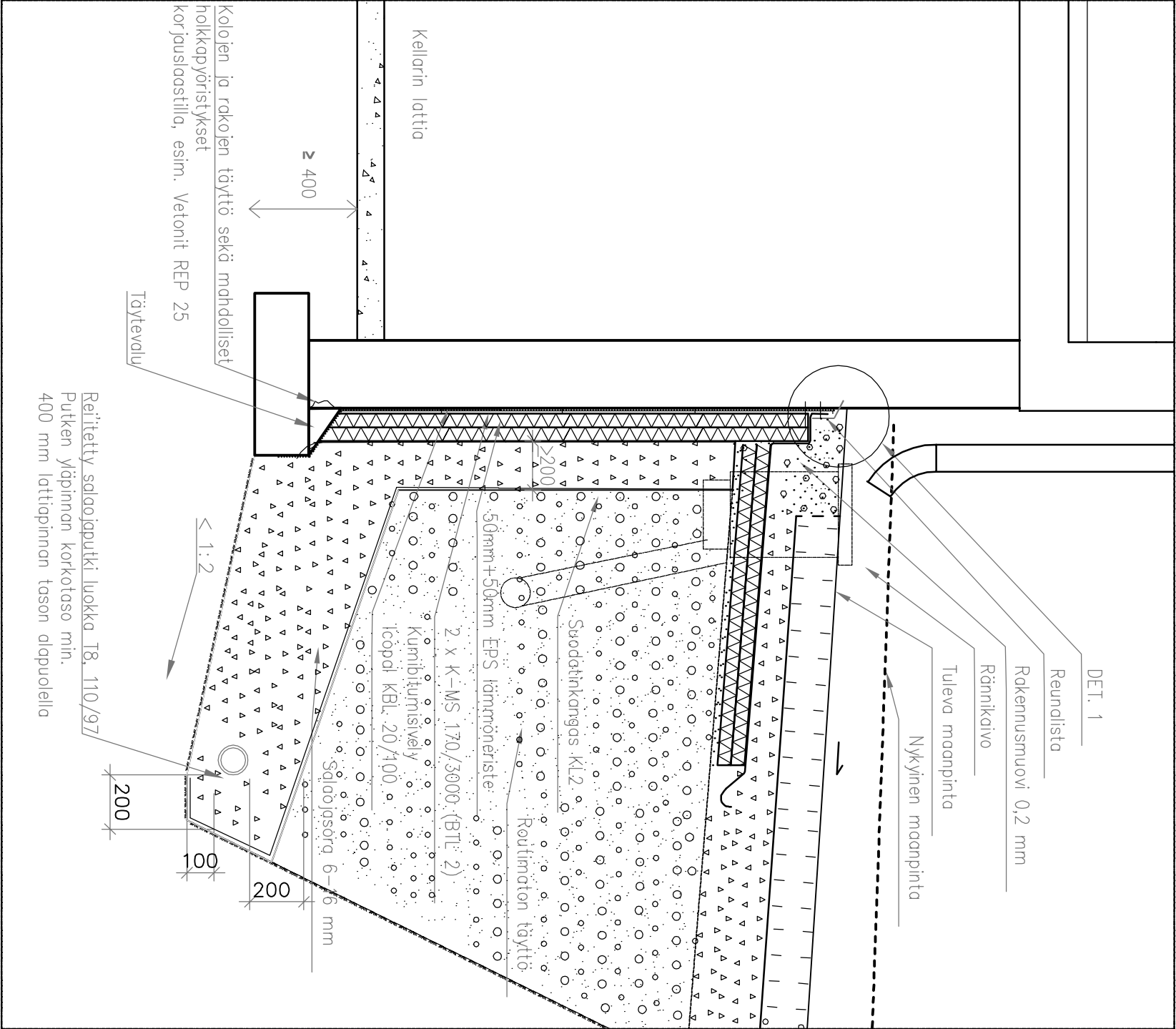
Harkkoseinä kiinnitetään vanhoihin seinärakenteisiin reikänauhalla: k400 reikänauha 0.7-0.8 x 18-20 mm, kiinnitys muovitulppa + ruuvi Ø6mm.

Ovi- ja ikkuna-aukkojen yhtyksessä käytetään kahta 60 mm:n kuumasinkittyä L-teräsprofilia.

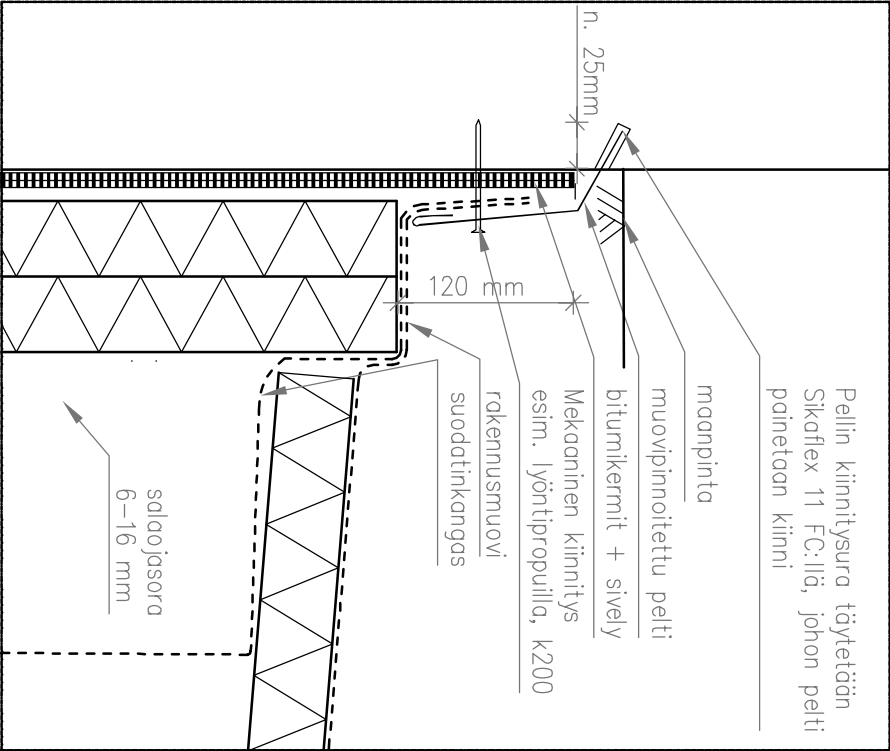
Muurattu pinta tasoitetaan, esim. webr vetonit TT ja maalataan hyvin veshöyryä läpäisevällä maalilla, esim. Sulin silikaattimaali.

PÄIVÄYS:	PIIRTÄJÄ:	SUUNNITTELUJA:	MITTAKAAVAT:	TYÖ NO:	TIEDOSTO
15.4.2015	AHY	AHY	1:5	1	PIIR. NO:
SISÄLTÖ:					MUUTOS:
MAANVASTAINEN					1.1
SEINÄ					...

PERUSMUURIN VEDEN- JA LÄMMÖNERISTYS JA SALAOJAT (1:20)



DET. 1 (1:5)  
VEDENERISTEEN YLÄREUNA



PÄIVÄYS: 8.5.2014	PIIRTÄJÄ: AHY	SUUNNITTELIJA: AHY	MITTAKAAVAT: 1:20 1:5	TYÖ NO: 1
VAHANEN				PIIR. NO: RAK 2
SISÄLTÖ: Perusmuurin veden ja lämmöneristys ja salaojat				MUUTOS: